



Campus de Baillarguet
34 398 Montpellier Cedex 5

Chemin des Capelles
31076 Toulouse Cedex

Place Eugène bataillon
34095 Montpellier Cedex 5

Master Sciences et Technologies

Mention B.G.A.E.- *Biologie, Géosciences, Agro-ressources, Environnement*

Parcours B.I.M.P.- *Biodiversité Interactions Microbiennes et Parasitaires*

Spécialité S.A.E.P.S.- *Santé Animale et Epidémiosurveillance dans les Pays du Sud*

Rapport de stage de seconde année

Etude de l'efficacité de la vaccination contre l'influenza aviaire hautement pathogène de type H5N1 dans les élevages de volailles du Nord Vietnam

Présenté par Thomas Beuscart

Réalisé sous la direction de : Marisa Peyre, épidémiologiste Cirad

Organisme et pays : -NIVR (National Institute of Veterinary Research, Hanoi, Vietnam
(29 Avril - 20 Aout 2010)

-Cirad, Montpellier, France
(6 Avril - 28 avril & 25 Aout - 15 septembre 2010)

Date de soutenance : 16-17 Septembre 2010



Année universitaire : 2009-2010

Abstract

The Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) is an endemic disease in Vietnam. The Vietnam government has decided to take action against this disease with a national vaccination campaign for the entire bird-stock within the territory. This study will try to determine the efficacy of the vaccination in Northern Vietnam. Blood samples of selected birds and interviews of veterinarian and farmer will be used. The analysis of this data shows the flock vaccination coverage is approximately 70% according to the farmer, but only 6.5 % by serological analysis. The vaccination coverage of the birds is 13.6%. This vaccination is intended to slowly eradicate the disease within Vietnam. Province, species, type of production and age of the birds were the principal factors influencing the low coverage. A biannual vaccination campaign strategy which induces low vaccination coverage which would allow virus circulation within this area will have a major implication in endemicity of the disease. Moreover farmers might think they are protected by the vaccination and might not identify the disease if an outbreak occurs.

Résumé

L'influenza aviaire hautement pathogène est une maladie endémique au Vietnam. Le gouvernement, en plus des abattages sanitaires, a décidé de lutter contre cette maladie par des campagnes de vaccination de masse, obligatoire sur toutes les volailles domestiques. Des provinces les plus à risque de la maladie. Cette étude a pour but de déterminer si la vaccination est suivie et bien appliquée dans la région du Nord-Vietnam. Pour cela 1500 prélèvements sanguins sur des volailles sélectionnées aléatoirement selon un échantillon stratifié sur le mode de production ont été réalisés. Des questionnaires auprès des vétérinaires et des éleveurs ont également été utilisés. L'analyse de ces données montre une couverture vaccinale au niveau des bandes de l'ordre de 70% selon les dires des éleveurs et de 6,5% (IC à 95%: 5,2%- 7,9%) selon les résultats de la sérologie. Au niveau de l'individu la couverture vaccinale s'élève à 13,6% (IC à 95%: 13 %-14,2%). Ces valeurs de couvertures vaccinales sont trop faibles pour réduire efficacement la diffusion du virus dans le pays. Les différences entre les deux provinces étudiées, entre les espèces, les cycles de production et l'âge sont les principaux facteurs expliquant la séroconversion des animaux. Une campagne de vaccination bisannuelle qui induit une couverture vaccinale aussi basse peut permettre une circulation du virus à bas bruit dans la zone et favoriser ainsi l'endémicité de la maladie. De plus, les éleveurs qui croient leurs élevages protégés excluent la grippe des causes possibles et la maladie sera ainsi sous-déclarée.

Mots clés:

- Influenza aviaire hautement pathogène
- Vaccination
- Etude d'efficacité
- Nord-Vietnam
- volaille: canard, poulet

Keywords

- Highly Pathogenic Avian Influenza
- Vaccination
- Efficiency study
- Northern-Vietnam
- Bird: Duck, Chicken

INTRODUCTION	5
CONTEXTE ET ÉTUDES PRÉALABLES	6
<i>I. La réponse immunitaire, la pathologie et l'excrétion face à une vaccination et/ou une infection par l'IAHP (synthèse bibliographique)</i>	6
<i>II. La filière volaille au Vietnam</i>	11
<i>III. Historique de l'influenza aviaire au Vietnam et impacts</i>	11
<i>IV. La vaccination au Vietnam: résultats des campagnes de vaccination dans la littérature en terme de couverture vaccinale et séroprévalence</i>	12
MATÉRIELS ET MÉTHODES	14
<i>I. Présentation générale de l'étude (planning, échéancier)</i>	14
<i>II. La zone d'étude</i>	14
<i>III. L'échantillonnage</i>	16
<i>IV. Les questionnaires d'enquêtes</i>	16
<i>V. Les tests sérologiques</i>	17
<i>VI. Statistiques</i>	18
RÉSULTATS	19
<i>Description de l'échantillon</i>	19
<i>II. Couverture vaccinale selon les dires des éleveurs</i>	20
<i>III. Description des analyses sérologiques</i>	21
<i>IV. Analyses multivariées exploratoires</i>	29
DISCUSSION	34
<i>I. Les biais de l'étude</i>	34
<i>L'efficacité de la vaccination: la couverture vaccinale</i>	35
<i>III. Efficacité de la vaccination : la réponse immunitaire</i>	37
<i>IV. Circulation du virus</i>	37
CONCLUSION	39
BIBLIOGRAPHIE	40
ANNEXES	43

Remerciements:

-A Marisa Peyre, épidémiologiste et maître de stage, pour cette opportunité de stage et son aide aux analyses de résultats.

-A Hoa, vétérinaire au NIVR, pour l'organisation de la campagne et la résolution de nombreux problèmes logistiques.

-A Huyen, assistante-traductrice de l'équipe Cirad, pour la traduction des questionnaires et lors de certaines missions de terrains.

-Au Docteur Dung, professeur de virologie, et son équipe pour les analyses sérologiques et leur temps passé à vérifier les informations.

-A Stéphanie Desvaux, épidémiologiste, pour son aide lors des analyses et des discussions des résultats.

-A Vladimir Grosbois, statisticien, pour son aide en statistiques.

INTRODUCTION

L'influenza aviaire est une maladie infectieuse des oiseaux provoquée par le virus de type A de la famille des orthomyxoviridae (Guerin, 2010). Les virus les plus virulents sont responsables de l'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP), une infection systémique qui peut atteindre un taux de mortalité de 100 % dans certaines espèces (Capua et Marangon, 2006). Cette maladie est une infection létale chez certains oiseaux domestiques (Poulets, dindes) mais peut avoir des effets cliniques variables sur les animaux domestiques d'eau et les oiseaux sauvages. Les virus influenza sont caractérisés par leurs protéines de surface l'héماغlutinine (HA) et la neuraminidase (NA) ; il existe 16 HA et 9 NA différents chez les oiseaux avec toutes les combinaisons possibles (FAO, 2009). Les virus hautement pathogènes identifiés jusqu'à présent sont de type H5 ; H7 et H9 (Capua et Marangon, 2007).

L'influenza aviaire est une maladie connue depuis de nombreuses années mais qui est en recrudescence depuis les années 1960, avec une forte augmentation ces dernières dix années. En effet de 1959 à 1998 23 millions d'oiseaux ont été touchés par l'influenza aviaire tandis que de 1999 à 2005 plus de 200 millions d'oiseaux sont morts ou ont été abattus à cause de l'influenza aviaire (Capua et Alexander, 2004). Le sous type H5N1, responsable de l'influenza aviaire de ces dernières années a été identifié pour la première fois en 1996 à Guandong, en Chine, un an avant la flambée de cette maladie à Hong Kong puis en Corée et dans le reste de l'Asie du Sud Est en 2003. La maladie s'est ensuite propagée en Europe et en Afrique en 2006. Les pays les plus touchés actuellement sont l'Indonésie, le Vietnam et l'Égypte (OIE, 2010 et WHO, 2010).

Les vagues d'épidémies d'influenza aviaire, de ces dernières années, ont mené à de désastreuses conséquences pour l'élevage. La mortalité dans les élevages infectés peut atteindre un taux de près de 100%. Un pays qui a déclaré la maladie voit l'exportation des produits issus de la filière avicole restreinte. De ce fait s'ajoutent les conséquences indirectes sur d'autres filières économiques qui viennent alourdir le bilan économique (Rushton *et al*, 2005). L'influenza aviaire est également une menace pour la santé publique (Capua et Marangon, 2006). En effet les virus H5N1 de l'IAHP qui circulent actuellement présentent une virulence exceptionnelle chez l'homme avec un taux de mortalité de 59% (WHO, 2010). La transmission zoonotique de l'influenza aviaire reste un événement rare (498 cas humains confirmés dans le monde au 31/05/10). Cependant, le risque que ces virus s'adaptent pour faciliter la transmission humaine représente un plus grand danger pour la santé publique; dans ce cas en effet, une pandémie n'est pas à exclure (Malik Peiris, 2009).

CONTEXTE ET ÉTUDES PRÉALABLES

I. La réponse immunitaire, la pathologie et l'excrétion face à une vaccination et/ou une infection par l'IAHP (synthèse bibliographique)

Le contact avec un agent infectieux induit une réponse immunitaire. Chez la volaille, le contact avec le virus de l'influenza aviaire induit une réponse humorale mesurable par des tests immunologiques, par exemple, le test d'inhibition de l'hémagglutinine (HI test) ou un test ELISA 5 Enzyme-linked immunosorbent assay (OIE, 2009). Le test de référence pour mesurer la réponse immunitaire des volailles est le HI test (OIE, 2009). Une volaille est considérée comme avoir répondu à l'infection ou à la vaccination si son titre d'anticorps est supérieur à $4 \log_2$, c'est à dire que ses anticorps ont neutralisés les antigènes et empêchés l'hémagglutination des cellules sanguines à une dilution d'au moins 1/16ème (OIE, 2009).

La réponse immunitaire des volailles induite par une infection/vaccination varie en fonction de l'espèce, la race, l'âge de la souche virale/vaccinale.

L'efficacité des vaccins est mesurée en termes de réponse immunitaire et de protection face à l'infection: cette protection est caractérisée par l'absence de signe clinique et de mortalité, mais aussi par la réduction d'excrétion du virus et par l'augmentation de la dose minimale infectieuse (Peyre *et al*, 2008).

Différentes études ont mis en avant une relation directe entre le taux d'anticorps et la protection chez le poulet, en effet si le titre anticorps est inférieur à $4 \log_2$ en HI test il n'y a pas de protection mais s'il est inférieur à $5 \log_2$ il y a protection mais pas arrêt de l'excrétion (Kumar *et al*, 2006)(Van der Goot *et al*, 2006).

La protection contre l'IAHP peut donc être mesurée chez le poulet par le taux d'anticorps en HI test, ceci est probablement moins vrai chez le canard bien que ce test soit largement utilisé par la communauté internationale comme seul marqueur d'un contact avec le virus ou d'une réponse à la vaccination.

La sensibilité des naïfs¹

Toutes les espèces de volailles sont sensibles à l'infection par l'IAHP de type A H5N1 par injection ou simple contact avec un hôte infecté. Selon les différentes études toutes les espèces non vaccinées ont un taux de morbidité et de mortalité près de 100 %. Cependant certaines études présentent une résistance au virus chez les canards, en effet le taux de mortalité varie entre 65 et 100 % (Middleton *et al*, 2007 et Webster *et al*, 2006). Les canards (oiseaux d'eaux) sont considérés comme réservoir de la maladie, car ils ne présentent que très peu de symptômes et un taux de mortalité faible (WHO, 2004). Cependant, la souche circulante en Asie du sud-est depuis 2004, et notamment au Vietnam a une pathogénicité forte sur les canards domestiques (morbidité et mortalité importante).

Dans ces différentes études les animaux sont inoculés à des âges différents (de 1 à 5 semaines), ce qui n'a pas d'influence sur la sensibilité, la pathogénicité et l'induction de la production d'anticorps. Une étude a toute fois mis en évidence qu'en fonction de l'âge des canards, la sensibilité à l'infection n'est pas la même, en effet la mortalité des canards de deux semaines par l'inoculation par contact avec un canard infecté est de 82%, tandis que par le même biais

¹ Les informations présentées dans cette section sont tirées de la littérature et détaillées dans le tableau en Annexe 1 (Données bibliographiques sur la vaccination).

d'inoculation la mortalité descend à 10 % chez les mêmes canards âgés de cinq semaines (Patin-Jackwood *et al*, 2007).

Tableau 1: Réponse immunitaire et protection d'un naïf face à une infection de l'IHAP en fonction des espèces

espèce	mode d'infection	réponse post-challenge (Log ₂)	Morbidity (%)	Mortalité (%)	excrétion		références
					orale	cloacal	
Poulet	inoculé	-	100	100	oui	oui	Tian <i>et al</i> , 2005; Bublot <i>et al</i> , 2007; Veits <i>et al</i> , 2008; Webster <i>et al</i> , 2006; Lee <i>et al</i> , 2007; Liu <i>et al</i> , 2003; Poetri <i>et al</i> , 2009
Canard Pekin	inoculé	<7; 8,4-10 (14 jpc)	100	65, 100	oui	oui	Middleton <i>et al</i> , 2007; Steensels <i>et al</i> , 2009, Webster <i>et al</i> , 2006
Khaki Campbell	inoculé	10,3 (14 jpc)	-	80	oui	oui	Webster <i>et al</i> , 2006
Canard de Barbarie	inoculé	8 (13 jpc)	100	100	oui	oui	Steenstels <i>et al</i> , 2008
Oie	inoculé	-	100	100	oui	oui	Tian <i>et al</i> , 2005
Poulet	exposé à animal infecté non vacciné	-	100	100	oui	oui	Bublot <i>et al</i> , 2007
Poulet	exposé à animal infecté vacciné	-	-	0	non	oui	Bublot <i>et al</i> , 2007

jpc: jours post-challenge

La réponse immunitaire face à la vaccination¹

Les vaccins inactivés de type H5N1 sont ceux qui induisent la réponse immunitaire la plus forte, supérieure à 10 log₂ à la seconde injection, pour toutes les espèces testées. Les poulets et les canards répondent bien à la première injection, avec des titres supérieur à 8 log₂, mais pas les oies qui présentent des titres de 3 log₂ donc inférieurs au seuil de positivité fixé à 4log₂ (Tableau 2).

Les vaccins inactivés H5N2 induisent une réponse immunitaire plus faible, notamment sur les canards où la première injection induit une réponse négative en HI test (2,7 log₂).

Les vaccins inactivés H5N9 induisent une réponse faible pour les canards Pekin et les canards de Barbarie à la première injection, elle peut être inférieure à 4 log₂. La seconde injection permet d'avoir une réponse positive en HI test.

Les vaccins inactivés H5N3, chez toutes les espèces testées induisent une réponse positive en HI test dès la première injection et une réponse de l'ordre de 10 log₂ pour la seconde injection.

Tableau 2: Réponse immunitaire et protection contre l'IAHP chez des volailles vaccinées en fonction des espèces

Vaccins	espèce	réponse humorale à la 1ère dose (Log ₂)	réponse humorale à la 2ème dose (Log ₂)	Durée protection	modalité de challenge	réponse post-infection (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excrétion		références
									orale	cloacale	
H5N1	Poulet	8,7-10 (6 spv)	11,7	43 spv	inoculé 3 spb	-	0	0	non	non	Lee <i>et al</i> , 2007 - Tian <i>et al</i> , 2005
	Canard Pekin	8 (4 spv)	10 (1 spb)	52 spv	inoculé 3 spb	-	0	0	oui	oui	Tian <i>et al</i> , 2005
	Oie	3 (3 spv)	10 (3 spb)	13 spv	inoculé 2-3 spb	-	-	0-40	oui-non	oui-non	Tian <i>et al</i> , 2005
H5N2	Poulet	6,7	8,2-10	-	inoculé	7,2-8 (d1-d2)	0	0	non	oui	Liu <i>et al</i> , 2003; Poetri <i>et al</i> , 2009
	Canard Pekin	2,7 (30 jpv)	7,7 (20 jpv)	130 jpv	inoculé 3 spb	4,5 (28 jpc)	0	0	non	non	Beato <i>et al</i> , 2007
H5N9	Poulet	5,6-7,3; 6,1 (3 spv)	-	-	inoculé	6,5 (2 spc)	0-90	0-20	oui-non	oui-non	Bublot <i>et al</i> , 2007; Veits <i>et al</i> , 2008
	Canard Pekin	2; 6,2	6; 10	-	inoculé 3 spb	5-7 (14 jpc) 7,9-8,7	0	0	non	non	Middleton <i>et al</i> 2007; Steensels <i>et al</i> , 2009
	Canard de Barbarie	3,5 (14 jpv)	5,5 (13 jpb)	-	inoculé 2 spb	10 13 jpc)	-	-	oui	oui	Steensels <i>et al</i> , 2007
H5N3	Poulet	4,6; 8,8 (21 jpv)	12 (21 jpb)	-	inoculé 3 spb	5,7; 7,7 (25 jpc)	0	0	non	non	Viets <i>et al</i> , 2003; Webster <i>et al</i> , 2006; Lee <i>et al</i> , 2007
	Canard Pekin	6	8	-	inoculé 3 spb	3-7 (14 jpc); 7,7; 7,4 (25 jpc)	0	0	non	non	Middleton <i>et al</i> , 2007; Webster <i>et al</i> , 2006
	Khaki Campbell	4,6 (11 jpv)	9,3 (11 jpv)	-	inoculé 2 spb	10,3 (14 jpc)	0	0	non	non	Webster <i>et al</i> , 2006
H5N2	Poulet	6,7	8,2-10	-	exposé à un animal infecté non vacciné	7-13	0	0	non	non	Liu <i>et al</i> , 2003
H5N9	Poulet	6,1	-	-	exposé à un animal infecté non vacciné	-	0	0	non	non	Bublot <i>et al</i> , 2007
H5N2	Poulet	6,7	8,2-10	-	exposé à un animal infecté non vacciné	7-13	0	0	non	non	Liu <i>et al</i> , 2003
H5N9	Poulet	6,1	-	-	exposé à un animal infecté non vacciné	-	0	0	non	non	Bublot <i>et al</i> , 2007

jpv: jours post-vaccination, spv: semaine post-vaccination, spb: semaine post-boost, jpc: jours post-challenge

La protection des vaccins¹

Les vaccins H5N1 chez toutes les espèces permettent de réduire dramatiquement le taux de mortalité (0% dans la plupart des cas) (Tableau 2). Cependant en fonction du délai entre la vaccination et l'infection la protection n'est pas la même. En effet les oies infectées deux semaines après vaccination présentent un taux de mortalité de 40% et une excrétion positive de virus, tandis que celles infectées trois semaines post-vaccination sont 100% protégées et n'excrètent plus de virus (Tian *et al*, 2005).

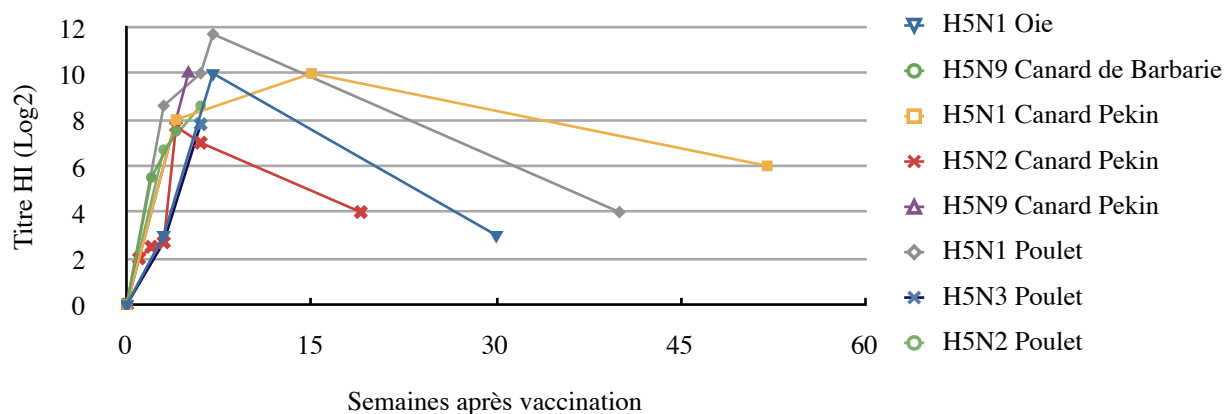
Les autres vaccins H5N2, H5N3, H5N9 protègent aussi bien de l'infection par l'IAHP que les vaccins H5N1. Le taux de mortalité baisse jusqu'à 0% et l'excrétion du virus est stoppée.

De plus il peut être observé qu'une volaille vaccinée par un vaccin H5N9 ne transmet pas la maladie à une autre non vaccinée (Bulbot *et al*, 2007).

La cinétique de la réponse humorale induite par les vaccins¹

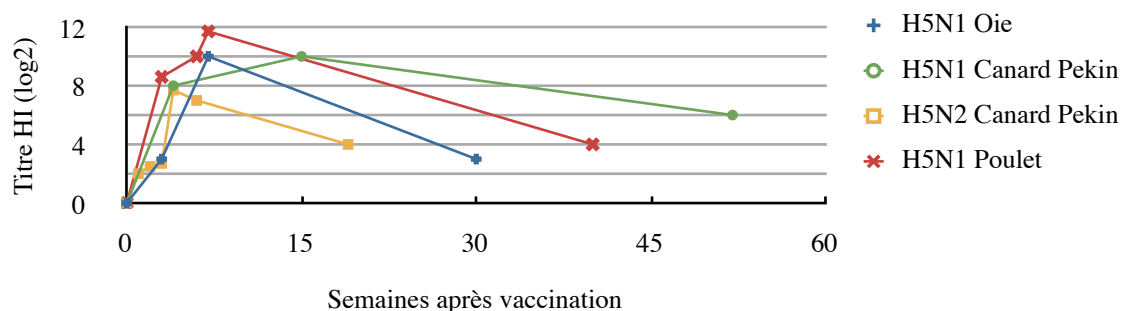
D'après les données récoltées de la littérature la réponse immunitaire face à la vaccination contre l'influenza aviaire hautement pathogène semble atteindre son maximum à la septième semaine après vaccination et peut varier entre 7 et 12 log₂ suivant l'espèce et le vaccin (Figure 1).

Figure 1: Evolution du titre d'anticorps dans le temps en fonction des espèces et des vaccins mesuré en test HI homologue à la souche vaccinale.



Sur les volailles suivies pendant plusieurs semaines après vaccination la réponse immunitaire (mesurée en test HI homologue) semble être plus longue chez les volailles vaccinées par un vaccin H5N1 (Figure 2) et peut rester supérieure à 4 log₂ sur plus de 15 semaines (Figures 1 et 2).

Figure 2: Evolution du titre d'anticorps dans le temps chez différentes espèces vaccinées par deux vaccins différents et suivies en sérologie par un test HI homologue à la souche vaccinale.



Quelque soit le vaccin et toutes espèces confondues, la moyenne des titres d'anticorps 4 semaines post-vaccination est d'environ 7 Log₂ en test HI homologue et de 5,8 Log₂ en test HI hétérologue (figures 2 et 3). Ces deux types de tests permettent de mesurer deux choses distinctes : la réponse mesurée par un test homologue (Figure 3) permet de mesurer l'efficacité du vaccin, tandis qu'un test hétérologue (Figure 4) permet de mesurer le titre anticorps vis à vis d'une souche circulante qui peut être différente de la souche vaccinale. Ceci doit être pris en compte lors de la mise en place d'une étude de suivi sérologique et de l'analyse des échantillons.

Figure 3: Evolution du titre d'anticorps mesuré par un test homologue à la souche vaccinale.

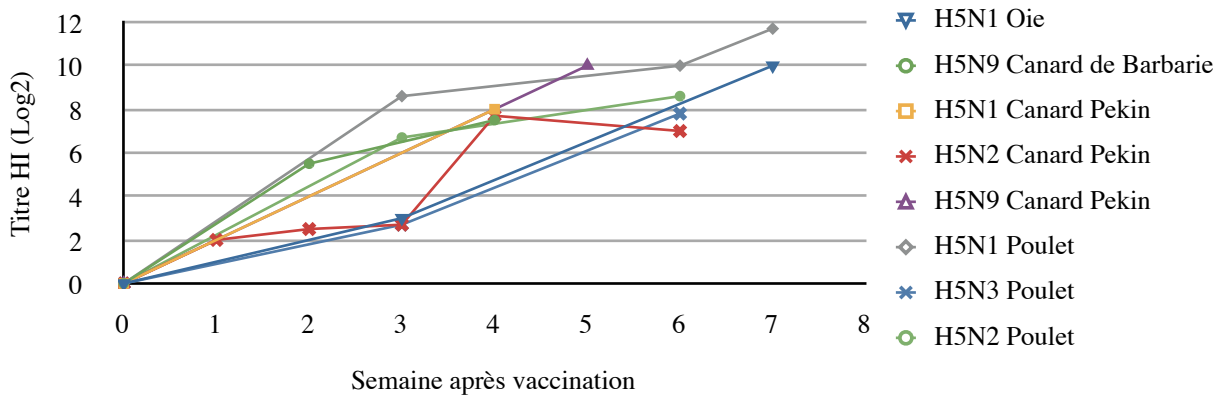
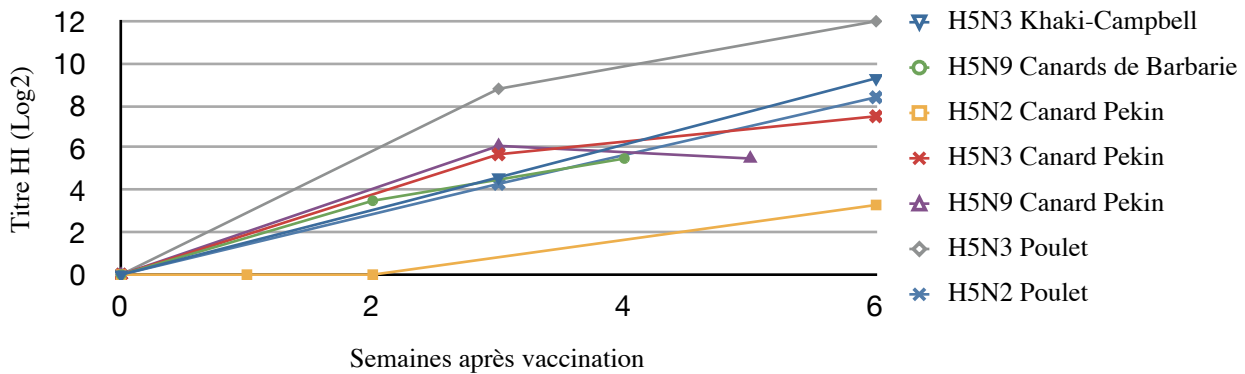


Figure 4: Evolution du titre d'anticorps mesuré par un test HI hétérologue à la souche vaccinale.



Conclusion synthèse bibliographique

La vaccination contre l'influenza aviaire n'empêche pas l'infection mais augmente la résistance de l'hôte, limite les signes cliniques et diminue l'excrétion de virus. De plus cette protection n'est que temporaire il faut un nombre d'injections important tout au long de la vie de la volaille pour la protéger.

L'efficacité de la vaccination, comme l'infection, dépend de la race, de l'âge, de la souche vaccinale mais également du nombre de doses de vaccin utilisées, et de la quantité d'antigène présent dans chaque dose (Peyre *et al*, 2008). Par exemple, la réponse immunitaire chez le canard ou la dinde est plus faible que le poulet mais la protection est identique, 90-100% de protection pour un même vaccin (Webster *et al*, 2006).

Il y a une distinction claire entre l'efficacité mesurée en laboratoire et sur le terrain. En effet sur le terrain des facteurs intrinsèques au vaccin: la souche, la dose, jouent un rôle mais des facteurs extérieurs comme l'administration du vaccin, les mesures de biosécurité (statut immunitaire des animaux pré-vaccinés) ont aussi un rôle important dans l'efficacité de la vaccination. Cependant peu d'études existent sur l'efficacité de la vaccination sur le terrain (Tuan *et al*, 2005), toutes les données viennent principalement d'études de laboratoire.

II. La filière volaille au Vietnam

Le Vietnam est un pays fortement agricole, en effet en 2010 sur une population estimée à plus de 85 millions d'habitants, 70% vivent en milieu rural. Dans cette population rurale 90% des foyers élèvent des volailles (peu de volailles par foyers) qui correspondent à 20% des intrants du ménage (Desvaux *et al*, 2008). L'agriculture prend donc une grande place dans le Vietnam, elle occupe 21% de la superficie et participe entre 20 et 30% du PIB national (FAO, 2010 b).

En 2010 la population de volailles est estimée entre 215 et 240 millions de têtes, répartie en 73% de poulets et 27% d'oiseaux d'eau (canard, oie....) (Tableau 3). Les grandes régions de l'élevage avicole sont le delta du Mékong, dans le sud (région de Ho Chi Minh Ville), et le Delta du Fleuve Rouge, dans le nord (région de Hanoi). De plus 56% des poulets et 58% des volailles d'eau se retrouvent dans la région nord du Vietnam (VSF, 2006). Au Vietnam il y a en moyenne une ferme de volailles pour 12,2 habitants, mais dans certaines régions comme le Nord cette concentration peut passer à une ferme pour 6,5 habitants.

La production de volailles au Vietnam est essentiellement destinée à la vente locale et une grande partie de cette vente se fait sur les marchés à volailles vivantes à travers le pays (Sims, 2007). La production annuelle s'élève à 321.890 tonnes de viande et près de 4 milliards d'oeufs. Ces produits correspondent à un bénéfice net de près de 3.600 milliards de Dong, soit environ 145 millions d'Euro (Desvaux *et al*, 2008).

La plupart des canards sont élevés en libre parcours et plus de 50% des poulets sont élevés dans les villages ou dans des élevages de petits effectifs (<50 têtes) (Sims, 2007), ces élevages représentent 95% des fermes d'élevages (Delquiny *et al*, 2005). Les petits élevages élèvent des volailles locales, tandis que les systèmes semi-industriels et industriels élèvent des races exotiques ou des croisements (Rushton *et al*, 2005).

Peu d'élevages présentent des mesures de biosécurité et au sein des villages les volailles sont en divagation toute la journée.

Tableau3: Structuration du nombre de fermes en fonction des races élevées et de l'effectif

Ferme (nombre de volailles)	Poulet	Canard	Oie	Total
<50	7.400.000	1.500.000	900.000	9.800.000
50-499	400.000	125.000	32.000	557.000
500-5,000	7.000	20.000	700	27.700
>5,000	720	120	2	842
Total	7.807.720	1.645.120	932.702	10.385.542

Données issue d'une étude de Sims (Sims et Dung, 2009).

III. Historique de l'influenza aviaire au Vietnam et impacts

Les premiers cas d'influenza aviaire reportés au Vietnam datent de la fin de l'année 2003 (FAO, 2004), mais les premiers cas suspects sont apparus en Juin de cette même année (VSF, 2006).

En 2004 la filière avicole du Vietnam a subi une perte estimée à 117 millions d'USD, sur 262 millions de têtes de volailles, entre 40 et 60 millions de têtes sont mortes ou ont dû être détruites à cause de l'influenza aviaire hautement pathogène ce qui correspond à 16,5% de l'effectif aviaire national (Rushton *et al*, 2005)(VSF, 2006). Les régions d'Ho Chi Minh Ville, du Sud-Est, du Delta du Mékong et du Delta du Fleuve Rouge ont été les plus touchées et représentent près de 87% des pertes nationales. La région du Delta du Fleuve Rouge, qui totalisait 65 millions de têtes de

volailles soit 25% de la production nationale, a enregistré une perte de 9 millions de têtes soit 13,9% de l'effectif aviaire régionale. Cette perte au niveau régional est égale à 21,2% de la perte nationale et est estimée à 25 millions USD (Rushton *et al*, 2005).

Quatre vagues épidémiques d'influenza aviaire hautement pathogène ont été décrites entre Décembre 2003 et Janvier 2006 :

- la plus importante entre Décembre 2003 et Mars 2004 :un peu moins de 60 millions de volailles ont été détruites dans les 57 (sur 64) provinces du Vietnam infectées, réparties entre 52% de poulets, 23% d'oiseaux d'eau et 25% de cailles.

- la deuxième vague, moins importante que la première (Avril-Novembre 2004) avec 80 milles têtes abattues (1% de l'abattage de la première vague) majoritairement des poulets (70%).

- La troisième vague (Décembre 2004 et Septembre 2005) avec la destruction de plus de deux millions de volailles, essentiellement canards (38%) et cailles (39%).Avec une majorité de petits élevages de type familial touchés.

- La quatrième et dernière vague (Octobre 2005 et Janvier 2006 avec 25 provinces touchées principalement dans le Nord-Vietnam. Près de 4 millions de volailles ont été détruites, en majorité des canards (54%). Les efforts des services vétérinaires, par de l'abattage sélectif et l'arrêt du commerce, ont permis de limiter l'expansion de l'épidémie qui aurait pu être aussi importante que la première vague (VSF, 2006).

Depuis Janvier 2006 l'influenza aviaire est enzootique au Vietnam, le virus circule à de faible taux (<1% résultats préliminaire de Desvaux; Domenech *et al*, 2009). Avec une recrudescence des cas en début d'année 2010 similaire à une nouvelle vague épidémique (FAO, 2010 a).

Sur toute la période des quatre vagues épidémiques le Vietnam a rapporté 42 cas humains mortels, soit le pays le plus touché en terme de santé publique durant cette période (2003-2006). Tous les cas humains ont été exposés à des volailles malades ou mortes (Promed-mail, 2010 b). Depuis le début de l'année 2010 Deux cas humains mortels sur une dizaine de cas ont été rapportés au Vietnam. Selon l'OMS, le Vietnam est le second pays le plus touché au monde en terme de santé publique après l'Indonésie(Promed-mail, 2010 a). Depuis l'apparition de l'influenza aviaire au Vietnam, sur 118 cas humains 59 ont été fatals (Promed-mail, 2010 b).

IV. La vaccination au Vietnam: résultats des campagnes de vaccination dans la littérature en terme de couverture vaccinale et séroprévalence

Pour lutter contre l'endémisation de la maladie mais surtout contrôler le risque en santé publique, le gouvernement vietnamien a mis en place une campagne de vaccination de masse bisannuelle de toutes les volailles présentent sur sont territoire, depuis janvier 2005.

La vaccination est effectuée avec un vaccin chinois constitué d'une souche de virus d'Influenza Aviaire Hautement pathogène chinoise atténuée (A/Guandong/H5N1).

Sur la première campagne de vaccination (Nov 2005) l'estimation de la couverture vaccinale était de 66% pour les élevages de poulets et de 80% chez les éleveurs de canards (Sims et Dung, 2009).

Après cette campagne de vaccination seulement 67% des poulets vaccinés présentaient des anticorps et seulement 55% pouvait être définis comme séropositif ($>4 \log_2$) (Sims et Dung, 2009). Ce qui veut signifie que le taux de protection effective des poulets contre l'IAHP était de l'ordre de 44% ($66\% \times 67\%$). La seconde campagne (Mars 2006) a obtenu de moins bons résultats ainsi que la

troisième (Nov 2006) (50% des poulets et 70% des canards vaccinés présentaient des anticorps) (Sims et Dung, 2009).

Cependant, dans la littérature, la couverture minimale nécessaire pour stopper la diffusion de l'influenza aviaire est estimée au minimum à 50% de la population sensible (Bouma *et al*, 2009; Garske *et al*, 2007). C'est à dire que sur tous les animaux 50% doivent être protégés pour arrêter la diffusion de la maladie. De plus cette étude ne prend en compte que les animaux vaccinés, il n'y a pas un échantillonnage aléatoire sur toute la population de volailles, mais que sur les animaux vaccinés. A partir de ces données il n'est donc pas possible de conclure sur une couverture vaccinale réelle.

D'après les données officielles et récentes disponibles dans la littérature, la couverture vaccinale H5N1 au Vietnam serait de 90%. Mais cette couverture a été mesurée en fonction du nombre total de doses utilisées pendant les campagnes et la population de volailles estimée.

En 2010, malgré les campagnes de vaccination, des épisodes d'influenza aviaire hautement pathogène H5N1 ont été déclarés au Vietnam (FAO, 2010 a).

C'est dans ce contexte qu'une étude de couverture vaccinale par le biais d'une étude sérologique transversale avec un échantillonnage aléatoire a été mise en place afin d'évaluer le taux d'immunité réelle de la population aviaire. Cette étude permet d'apporter des éléments de réponse sur l'efficacité de la stratégie de vaccination contre l'IAHP H5N1 en place au Vietnam.

Objectifs de l'étude

Cette étude rentre dans le cadre du projet GRIPAVI (écologie et épidémiologie de l'influenza aviaire et de la maladie de Newcastle dans les pays du Sud). Ce projet est financé par le MAEE et piloté par le Cirad sur 6 sites d'études : Ethiopie, Mali, Madagascar, Mauritanie, Zimbabwe et Vietnam. L'étude du stage a été menée sur le terrain Vietnamien en partenariat avec les autorités vétérinaires locales. L'observatoire GRIPAVI Vietnam a pour objectif l'étude de l'épidémiologie de l'influenza aviaire de type H5N1 et également de l'impact des mesures de contrôle mises en œuvre (vaccination de masse), c'est dans ce deuxième objectif que cette étude s'inscrit.

Un suivi longitudinal des élevages de volailles du Nord Vietnam est en place sous la responsabilité du Dr. Stéphanie Desvaux depuis trois ans. L'étude réalisée dans le cadre de ce stage correspond à une campagne supplémentaire de ce suivi longitudinal avec pour objectif global l'évaluation de l'efficacité de la vaccination et de sa mise en œuvre.

Plus précisément les objectifs spécifiques de ce stage sont d'estimer le taux de couverture vaccinale et le degré de séroconversion dans des élevages de volailles du Nord-Vietnam, dans les provinces de Ha Tay et de Bac Giang. Mais aussi de d'évaluer l'efficacité de la mise en œuvre de la vaccination dans ces deux provinces.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I. Présentation générale de l'étude (planning, échéancier)

Echéancier et organisation du stage.

	Mars				Avril				Mai				Juin				Juillet				Aout				Sept.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
bibliographie																												
préparation campagne																												
création questionnaire																												
création base de données																												
sélection des fermes																												
préparation matériel																												
campagne de prélèvements																												
enquêtes fermes																												
enquêtes vétérinaires																												
test																												
interprétation résultats																												
rédaction rapport																												
préparation soutenance																												
soutenance																												

Les vétérinaires vietnamiens ont été fortement accaparés par l'épizootie de PRRS, maladie porcine. La campagne de prélèvements initialement prévue début juin et les interviews des vétérinaires ont donc été décalées de quelques semaines (fin de la campagne de prélèvements en fin Juin et fin des interviews en mi-Juillet)(Annexe 2).

II. La zone d'étude

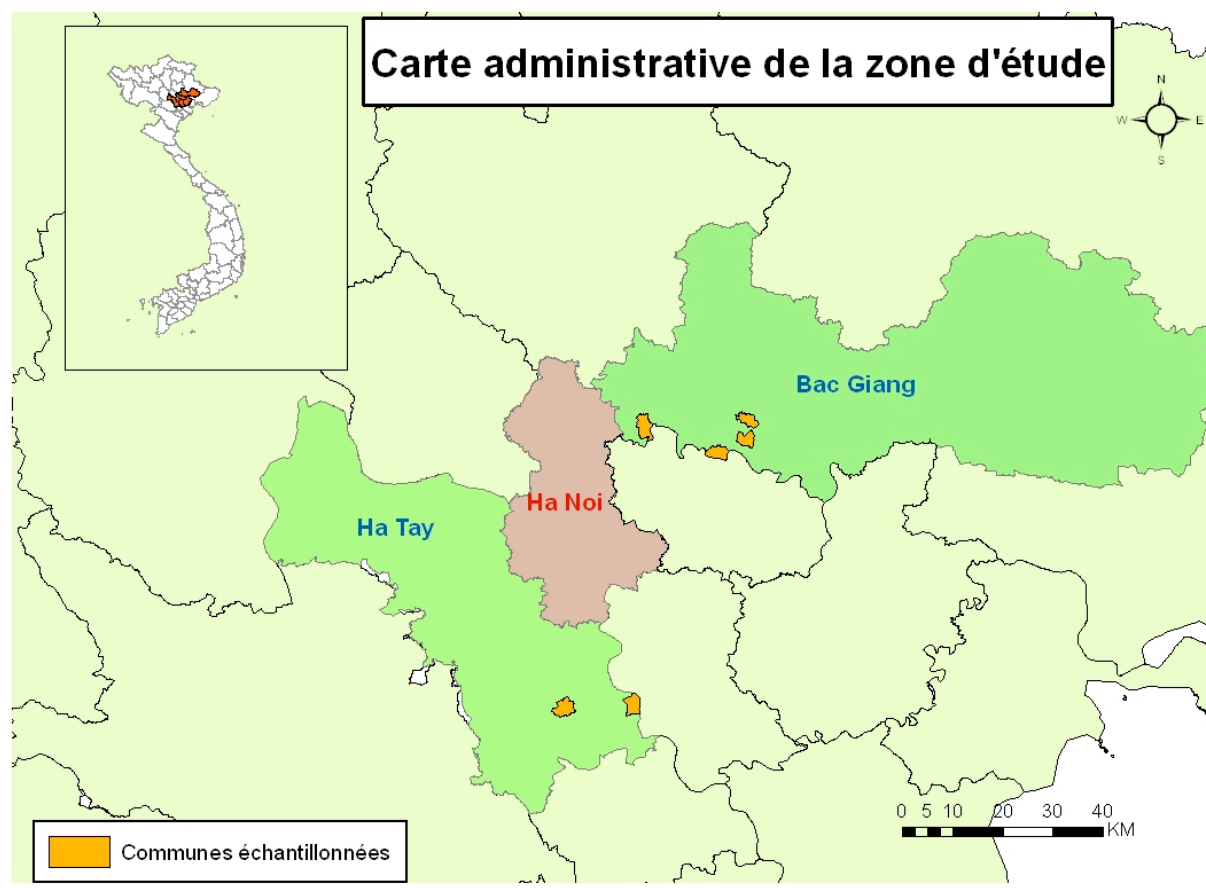
Cette étude fait partie d'un projet GRIPAVI lancé depuis trois ans. La zone d'étude était donc déjà définie (Annexe 3). La sélection des provinces s'est faite en fonction des facteurs de risques - déclaration de cas en 2005 et 2007, les cas ont été rapportés aux débuts des vagues épizootiques et un minimum de 10 cas rapportés pour chaque vague - mais aussi en fonction de la bonne coopération des services vétérinaires, et la limitation du nombre de provinces pour des considérations logistiques. Au final deux provinces ont été sélectionnées pour l'étude longitudinale.

Brièvement, , La province de Bac Giang (carte 1) est traversée par la route principale venant de la province de Lang Son où des volailles de Chine sont introduites illégalement. Bac Giang est aussi une province représentative des pratiques d'agriculture et d'élevages du Delta.

La province de Ha Tay représente la majeure partie de la production de volailles dans le Nord Vietnam particulièrement pour les élevages de cycle long de type reproducteur et pondeur. Les volailles de cette provinces sont envoyées dans la plupart des provinces du Nord Vietnam.

Les communes ont été sélectionnées s'il y a eu une circulation du virus IAHP les années précédentes, mais sans abattage massif de volailles en 2007 et si elles sont représentatives des systèmes de production de la province.

Carte 1: Présentation de la zone d'étude avec les communes et les provinces échantillonnées.



Dans la province de Ha Tay, une vaccination à la demande tout au long de l'année est en place en plus des campagnes nationales bisannuelles. En effet les éleveurs appellent spontanément les vétérinaires pour vacciner leurs nouveaux intrants.

Dans la province de Bac Giang les volailles ne sont vaccinées que pendant les campagnes nationales de vaccination qui se déroulent en Octobre-Novembre et en Mars-Avril.

Au total neuf communes sont sélectionnées, sept dans la province de Bac Giang et deux dans la province de Ha Tay.

Les services vétérinaires des communes échantillonnées ont rempli et envoyé une liste des fermes, comprenant la description des bandes les constituant (espèces, cycle de production, âge, nombre, statut vaccinal...)(Tableau 4). Une bande est un groupe d'animaux qui ont les mêmes caractéristiques: espèces, cycle de production, âge, situation vaccinale. Ces bandes sont réparties de la façon suivante.

Tableau 4: Répartition des bandes de volaille dans la zone d'étude en fonction des espèces et du cycle de production¹

	Unités épidémiologiques dans la zones d'études							Total
	Poulet à cycle court	Poulet à cycle long	Canard à cycle court	Canard à cycle long	Canard de Barbarie à cycle court	Canard de Barbarie à cycle long	Elevages villageois	
Total	90	159	42	133	21	76	78	601
BAC GIANG	84	27	26	62	23	3	67	284
Chau Minh	7	11	8	19	2	0	5	52
Dong Phuc	34	1	3	16	0	0	10	66
Dong Viet	3	2	0	13	0	0	7	25

Unités épidémiologiques dans la zones d'études								
	Poulet à cycle court	Poulet à cycle long	Canard à cycle court	Canard à cycle long	Canard de Barbarie à cycle court	Canard de Barbarie à cycle long	Elevages villageois	Total
Hoang Ninh	9	6	4	4	1	0	3	27
Nghia Trung	18	5	2	1	5	3	10	44
Tan My	5	1	4	4	3	0	11	28
Yen Lu	8	1	5	5	2	0	21	42
HA TAY	6	132	16	71	8	73	11	316
Hoang Long	5	3	16	41	8	1	8	82
Hong Thai	1	129	0	30	0	72	3	235

¹Seules les fermes avec un effectif supérieur à 50 têtes ont été relevées par les communes.

III. L'échantillonnage

Les résultats du questionnaire d'enquête au près des communes permettent d'avoir une liste exhaustive et détaillée des unités épidémiologiques (UE) dans la zone d'étude. Une unité épidémiologiques correspond à un élevages villageois ou un élevage commercial. Cette liste comprend de nombreux critères tels que les espèces, le système de production, la taille de la bande. A partir de la liste reçue par les services vétérinaires des communes un échantillonnage aléatoire stratifié en deux étapes est effectuée: une première sélection aléatoire des fermes en fonction des systèmes d'élevage (les systèmes d'élevage de basse cour (villageois), les systèmes semi-commerciaux de cycle long et les systèmes semi-commerciaux de cycle court) et ensuite une deuxième sélection aléatoire des oiseaux dans chaque ferme. 175 UE ont été sélectionnées de manière aléatoire (logiciel SurveyToolbox) afin d'estimer la couverture vaccinale avec une erreur absolue de 5% à partir d'une population totale de 601 UE (données recueillies par le questionnaire envoyé aux communes) et d'une couverture vaccinale attendue estimée à 20% (S.Desvaux résultats préliminaires des campagnes précédentes) (taille de l'échantillon obtenue par le logiciel WinEpiscopes). La stratification selon les types de production nous permet d'augmenter la précision de l'estimation en prenant en compte l'hétérogénéité de la population en termes de caractéristiques de vaccination (différentes selon les types de production).

Au sein de chaque UE échantillonnée 10 volailles sont prélevées. Selon le nombre d'animaux séropositifs dans les 10 prélevés, la couverture minimale au sein de la bande peut être estimée avec une erreur de 5%. Par exemple si 8/10 volailles ont séroconverti, la couverture vaccinale au sein de la ferme est estimée à au moins 60% avec une erreur absolue de 5%. Les volailles sont sélectionnées dans chaque bande de façon aléatoire ou par commodité.

IV. Les questionnaires d'enquêtes

Pour évaluer la couverture vaccinale, des questionnaires sont utilisés au niveau des communes, des vétérinaires de communes et des fermes/villages échantillonnés. De plus dans le cadre de cette campagne de prélèvement, l'accent a été mis sur l'évaluation de la mise en place de la vaccination. Les questionnaires des années précédentes ont donc été repris et ont évolué pour répondre à cette problématique.

L'évaluation de l'efficacité de la vaccination passe par des outils sérologiques mais aussi par l'intermédiaire de questionnaires d'enquêtes pour évaluer la mise en place de la vaccination. Pour cela trois formulaires ont été préparés, un pour les communes, un pour les vétérinaires de communes et un pour les élevages échantillonnés.

Le questionnaire pour les communes, envoyé courant Mars-Avril, a pour but de caractériser les élevages présents dans les communes (types de production, races, effectifs de volailles,...), de les dénombrer et de déterminer s'il y a eu des épisodes d'influenza aviaire récemment. A partir de ces données l'échantillonnage aléatoire stratifié des UE sera le plus représentatif de la région.

Le questionnaire pour les vétérinaires de communes (Annexe 10) a pour but de déterminer pour chaque commune qui vaccine (vétérinaire, éleveurs, autres), s'ils ont suivi une formation, s'ils appliquent les principales mesures de protections pour eux mêmes et pour éviter la contamination entre les élevages. Le point le plus important de ce questionnaire est l'organisation et la pratique de la vaccination. Il est important de connaître l'organisation de la vaccination en fonction des espèces et des modes de productions, de voir les différences entre les différentes campagnes afin de pouvoir analyser les résultats sérologiques. Enfin il permettra de savoir si tous les oiseaux sont vaccinés ou non et quelles sont les caractéristiques du vaccin utilisé.

Le questionnaire pour les élevages échantillonnés (Annexe 11) permet de décrire plus précisément l'élevage et de renseigner des données sur les animaux échantillonnés. De plus une partie sur l'application de la vaccination, reprenant certains aspects du questionnaire pour les vétérinaires va être directement posée à l'éleveur afin d'obtenir des données précises sur les élevages échantillonnés et de recouper les informations obtenues chez les vétérinaires de communes, comme la situation vaccinale de l'élevage. En effet les vétérinaires peuvent avoir tendance à fournir les chiffres nationaux de la couverture vaccinale, tandis que les éleveurs ont moins de réticence à nous informer sur le statut de leurs élevages (vaccinés ou non).

Lors de ces enquêtes les coordonnées GPS des fermes/villages ont été relevées.

V. Les tests sérologiques

Les 1550 sérums de volailles sont analysés par l'équipe du NIVR. Le test sérologique utilisé par notre équipe est un test d'inhibition de l'hémagglutination (HI). Ce test est le test de référence international recommandé par l'OIE. Le Test d'inhibition de l'hémagglutination est un test immunologique basé sur le principe d'hémagglutination des cellules sanguines par les virus influenza: les virus influenza s'attachent aux cellules sanguines par le biais de leurs protéines de surface (l'hémagglutinine). En présence de virus, les cellules sanguines ne se déposent pas au fond des puits des plaques utilisées pour le test. Lorsque des anticorps sont présents dans les sérums testés, ils vont fixer l'antigène (neutralisation du virus) et ainsi empêcher l'hémagglutination des cellules sanguines qui vont se déposer au fond du puits. Le test mesure le niveau maximal de dilution des anticorps qui permet de neutraliser une quantité prédéfinie de virus.

L'antigène pour le test HI réalisé au laboratoire du NIVR est issu d'une souche de H5N1, isolée en 2004, inoculé à des oeufs de poulet. Après 24h le virus est extrait du liquide de l'oeuf et inactivé par des Beta-propiolactones. La solution antigénique ainsi récupérée est d'une concentration inconnue. La concentration utilisée lors du test HI est de 8 log₂ HA unité, sachant que 1 log₂ HA unité correspond à l'inhibition de l'hémagglutination de cellule sanguine de poulet à une dilution de 1/2. Le témoin positif utilisé lors de ce test provient d'une volaille fortement positive prélevée le 16.06.04.

VI. Statistiques

Tous les intervalles de confiance présentés [X%-Y%], dans cette étude, correspondent à une erreur de 5 %.

Des tests du khi deux ont été utilisés pour comparer les dires des éleveurs sur la vaccination de leurs animaux et la séroconversion de ceux-ci. Pour le groupe des Canards de Barbarie, un effectif théorique étant inférieur à 5, un test exact de Fisher est appliqué à cette catégorie.

Pour mettre en évidence les facteurs influençant la vaccination dans les fermes, un modèle linéaire généralisé a été construit et analysé sur R.

Pour mettre en évidence les facteurs influençant la séroconversion des individus, là aussi, un modèle linéaire généralisé a été utilisé.

De même pour mettre en évidence les facteurs influençant la circulation du virus dans les élevages non vaccinés, là encore, un modèle linéaire généralisé a été développé. Pour incorporer les villages dans cette étude statistique le modèle linéaire généralisé a été utilisé avec la fonction beta-binomial au lieu de la fonction logit (binomial).

RÉSULTATS

I. Description de l'échantillon

Description de l'échantillon total

Avec les données recueillies par la liste des fermes envoyée par les services vétérinaires et les questionnaires fermes, il est possible de vérifier la représentativité de l'échantillonnage. L'échantillon est représentatif pour les critères du type de production et de l'espèce (Tableau5).

Tableau 5: Comparaison de la population et de l'échantillon

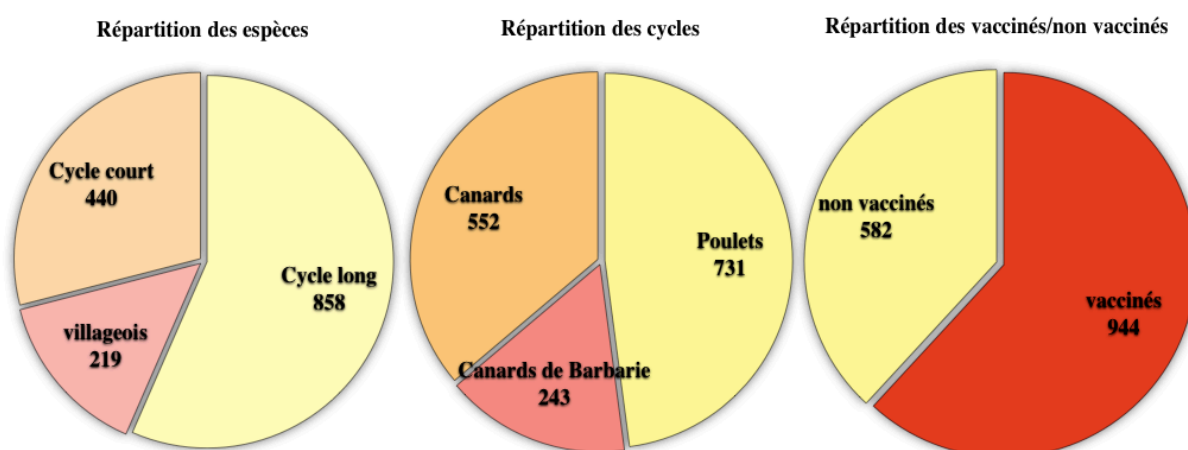
	Population totale	Population prélevé
Elevage villageois	13 %	13 %
Cycle long	61 %	58 %
Cycle Court	26 %	29 %
Poulet	42 %	48 %
Canards	30 %	36 %
Canards de Barbarie	16 %	16 %

Note: La proportion au niveau des espèces n'est pas égale à 100% dans la population totale car au sein des élevages villageois la distinction de l'espèce n'est pas faite, tandis qu'elle est faite au niveau de l'échantillon.

Comme dit précédemment l'échantillon est représentatif de la population totale de la zone d'étude. Les poulets et les canards sont donc plus représentés que les canards de Barbarie (Figure 5), ainsi qu'une dominance du "cycle long" sur le "cycle court" et les élevages villageois.

Selon les questionnaires remplis lors des prélèvements 62% des volailles seraient vaccinées.

Figure 5: Représentation de l'échantillon en fonction des cycles de productions, de l'espèce et du statut vaccinal.



Description des élevages villageois

Sur 23 élevages villageois seulement deux échantillons de villages étaient constitués de quatre élevages de basse cour différents (au sein du village), trois autres échantillons de villages trois élevages différents, 15 de seulement deux et six échantillons villageois avec un seul élevage (Annexe 4).

Les poulets de cycle court sont fortement représentés, en effet ils ont été échantillonnés dans 22 villages sur les 23 échantillonnés (soit 132 poulets). Après viennent les canards de cycle court, dans 12 villages, puis les canards de Barbarie dans six villages. Enfin les "cycle long" sont faiblement représentés (16 volailles sur 230), ils n'apparaissent que six fois, dont trois fois des canards et trois fois des poulets.

II. Couverture vaccinale selon les dires des éleveurs

Couverture vaccinale des fermes échantillonnées

Selon les dires d'éleveurs, sur l'ensemble des volailles présentes dans la zone d'étude 60% d'entre elles sont vaccinées (Tableau 6). Mais la répartition des volailles vaccinées n'est pas homogène en fonction des espèces et du type de cycle de production. En effet le canard de Barbarie (MD) s'avère être l'espèce la moins vaccinée (40,6%), et les élevages de type cycle court semblent présenter le plus faible taux de vaccination (42,1%). L'association de ces deux facteurs a un effet amplificateur, par exemple les canards de Barbarie de cycle court ne présentent plus qu'un taux de vaccination de 14,3%.

Tableau 6: Estimation de la couverture vaccinale sur la zone d'étude en fonction de l'espèce et du cycle de production, selon les dires des éleveurs.

Total des bandes dans les fermes échantillonnées				
Espèces	Cycle	Nombre de bandes vaccinées	Nombre total de bandes dans la ferme	Proportion de bandes vaccinées (%)
Poulet	Court	23	42	55
	Long	27	37	73
	Total	50	79	63
Canards	Court	7	20	35
	Long	36	45	80
	Total	43	65	66
Canards de Barbarie	Court	2	14	14
	Long	11	18	61
	Total	13	32	41
Total	Total	106	176	60

Ces résultats sont calculés à partir des dires des éleveurs. Ils représentent toutes les bandes présentes dans les fermes échantillonnées et non pas seulement les bandes prélevées.

Couverture vaccinale des bandes prélevées

Le taux de vaccination sur les bandes échantillonnées est un peu plus élevé (67%) (Tableau 7) que pour la totalité des bandes des fermes échantillonnées (60).

Les mêmes observations sur les canards de Barbarie et les "cycle court", ainsi que l'association des deux facteurs, peuvent être observées ici, malgré une légère augmentation du taux de vaccination.

La couverture vaccinale à Ha Tay est plus importante que celle de Bac Giang (78,8% contre 58,7%), ce qui peut s'expliquer par les politiques de vaccination différentes de ces deux provinces: vaccination par campagnes bisannuelles pour Bac Giang et à la demande tout au long de l'année pour Ha Tay. Cette différence peut également être liée aux différences dans les types d'élevages entre les provinces: dans la province de Bac Giang il y a peu de Canards de Barbarie et ils ne sont

pas vaccinés, tandis que dans la province de Ha Tay, la proportion de ces canards est plus importante et ont un taux de vaccination de 66% en moyenne (67% de "cycle court" et 62% de "cycle long").

Pour ce qui concerne les élevage de basse cour, ou élevages villageois, les canards de cycle long sont les volailles avec le plus fort taux de vaccination dans les villages (91%) (Annexe 4). Tous les autres espèces et cycles ont un taux de vaccination compris entre 20 et 35%, avec une valeur nulle pour les poulets de cycle long (0%). La couverture moyenne sur tous les élevages villageois est de 33,5%, mais cette valeur n'a que quatre modalités au sein de chaque village: 0%; 50%; 70% et 100% (Annexe 4).

Tableau 7: Estimation de la couverture vaccinale des fermes échantillonnées en fonction de l'espèce et du cycle de production et par provinces, selon les dires des éleveurs.

Bandes prélevées					
province	Espèce	Production	Nombre de bandes vaccinées	Nombre total de bandes prélevées	Proportion de bandes vaccinées (%)
Ha Tay	Poulet	Court	1	1	100
		Long	17	23	74
	Canards	Court	2	2	100
		Long	22	24	92
	Canards de Barbarie	Court	2	3	67
		Long	8	13	62
	Total	Total	52	66	79
Bac Giang	Poulet	Court	17	26	65
		Long	7	9	78
	Canards	Court	1	7	14
		Long	12	17	71
	Canards de Barbarie	Court	0	6	0
		Long	0	0	-
	Total	Total	37	65	57
Total	Total	Total	89	131	68

Ces résultats sont calculés à partir des enquêtes au près des éleveurs. Ils montrent la différence entre les deux provinces de la zone d'étude.

III. Description des analyses sérologiques

Tout d'abord tous les échantillons ne sont pas arrivés au laboratoire. En effet cinq échantillons sont manquants: 636L10, 652K10, 696D10, 711C5 et le 747K10. De plus certains échantillons sont arrivés sous d'autre nom, les séries 707E et 710E ne sont pas au laboratoire mais les série 698D et 705E elles le sont mais n'existent pas dans la liste de prélèvements. Il est donc impossible d'analyser ces prélèvements. Donc au lieu d'avoir 1550 échantillons il n'y a que 1526 échantillons interprétables.

Définition de cas:

-Une volaille est séropositive si et seulement si son titre d'anticorps mesuré par HI test est supérieur ou égal à $4 \log_2$.

-Une UE est positive si et seulement si 70% des animaux la composant sont séropositifs et que la moyenne du titre d'anticorps mesuré en HI test est strictement supérieur à $4 \log_2$.

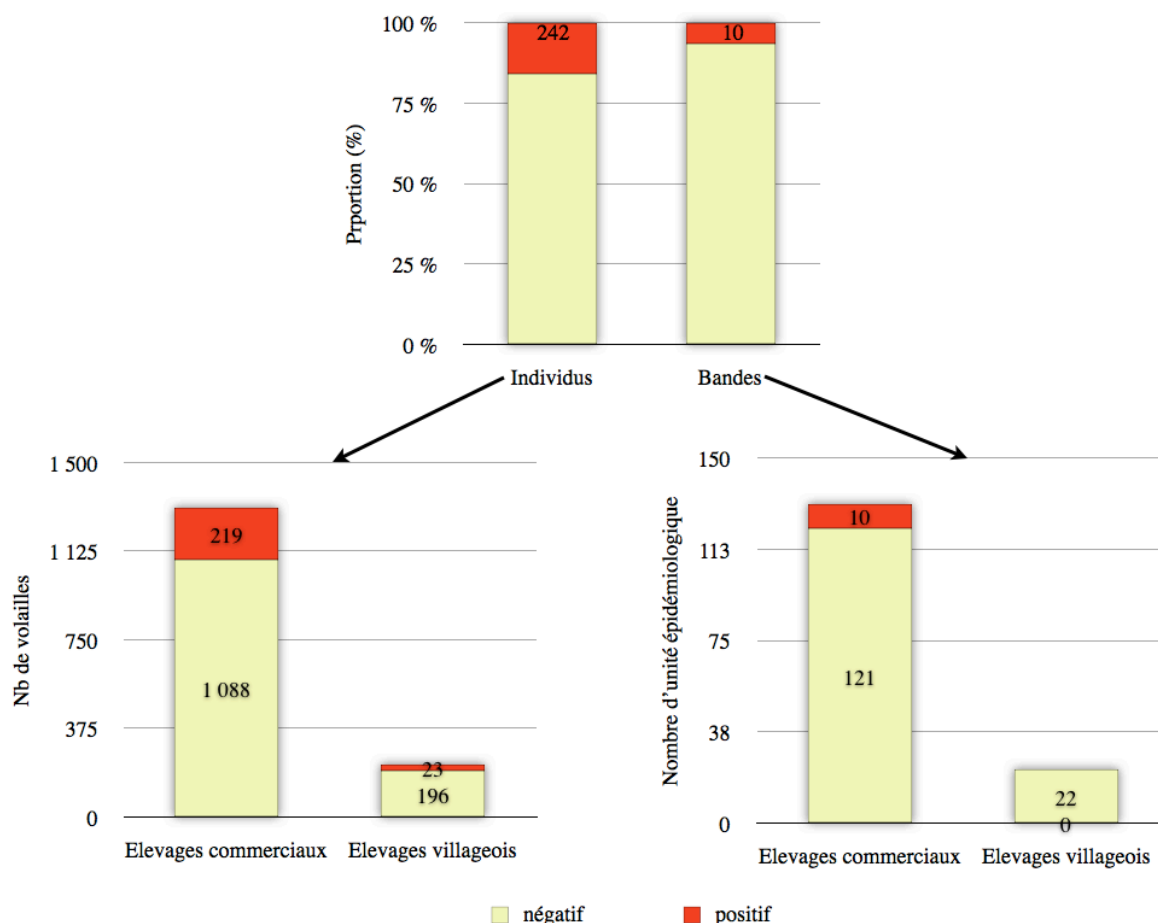
Description globale

Sur les 1526 échantillons seulement 15,9 % [15,2 %-16,5 %] d'animaux sont protégés vis à vis de la maladie (titre anticorps supérieur à $4 \log_2$). Sur les 944 volailles vaccinées il n'y a 21,9% [21 %-22,8 %] de volailles positives et sur les 582 volailles non vaccinées 6 % [5,3 %-6,7 %] sont séropositives (Figure 6).

Sur les 153 UE échantillonnées seulement 10 sont positives (70 % des animaux sont séropositifs et la moyenne du titre anticorps est supérieur à 4), soit 6,5 % du nombre total de bandes prélevées. Dans ces 10 UE, 9 sont vaccinées (sur 88 bandes vaccinées) et une n'est pas vaccinée (sur 44 non vaccinées). Donc sur un total de 88 UE vaccinées 10,2 % [8 %-12,4 %] sont positives et sur 44 UE non vaccinées 1 UE, soit 2,3 % [0,7 %-3,8 %], est positive.

Sur ces 153 UE 22 représentent des prélèvements dans les villages. Ces 22 UE sont négatives. 23 villages ont été prélevés, mais seulement 22 ont été analysés en sérologie. Le 23ème village comporte un des numéros de prélèvements 707E qui n'est pas arrivé au laboratoire, ou sous un autre numéro. Au niveau des élevages commerciaux 8% seulement des bandes commerciales sont protégées.

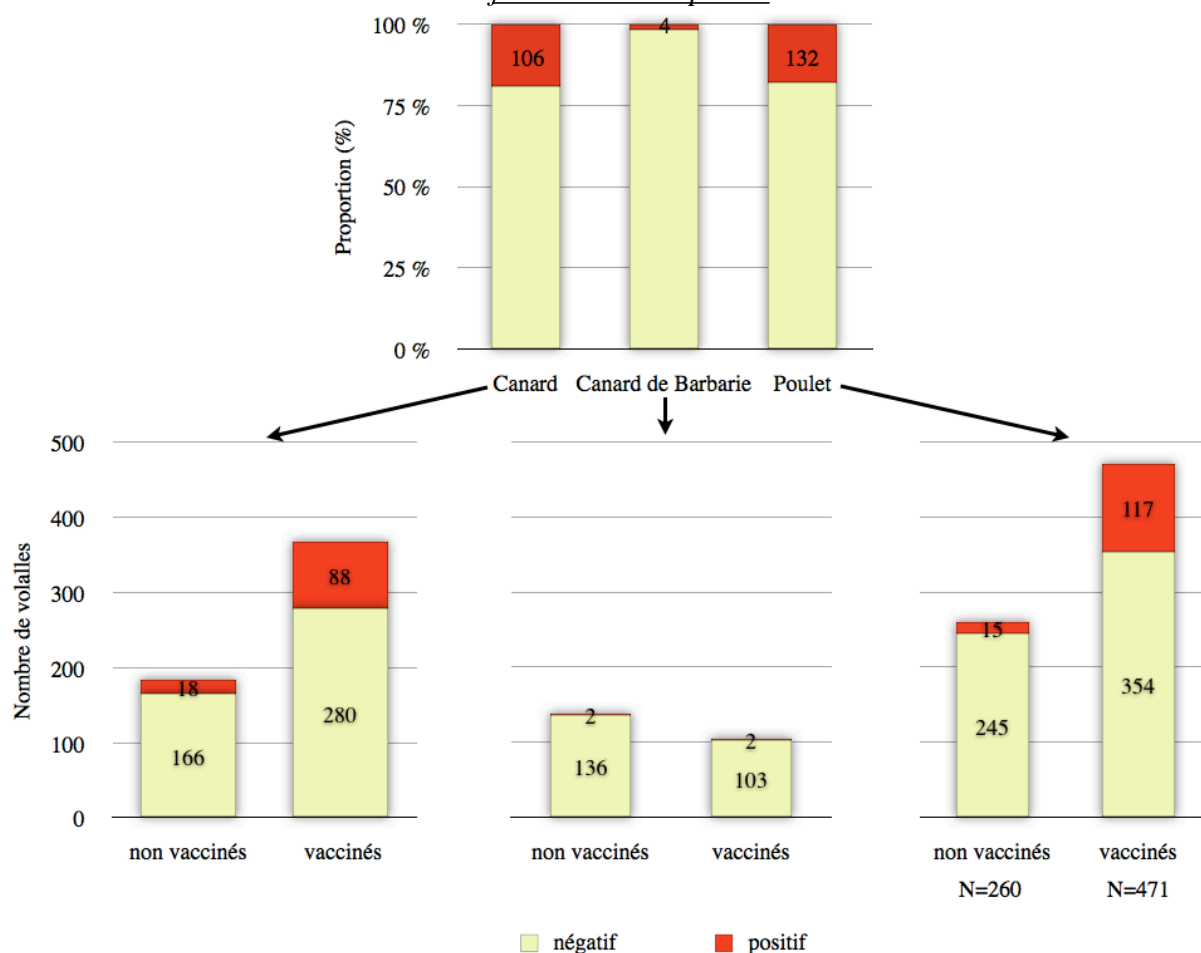
Figure 6: Proportion de UE et d'individus séropositifs en test HI



Description par espèce

Au niveau des espèces 19,2 % des canards [18 %-20,3 %] sont séropositifs avec 16% de vaccinés et 3,2% non vaccinés (88 et 18 individus), 18 % des poulets [17,1 %-19 %] sont séropositifs avec 16% de vaccinés et 2% de non vaccinés (Figure 7). Sur les 243 canards de Barbarie 1,6 % [1 %-2,2 %] sont séropositifs avec 0,8% de vaccinés et 0,8% de non vaccinés

Figure 7: taux de seroconversion des individus vaccinés ou non selon les dires des éleveurs en fonction des espèces.

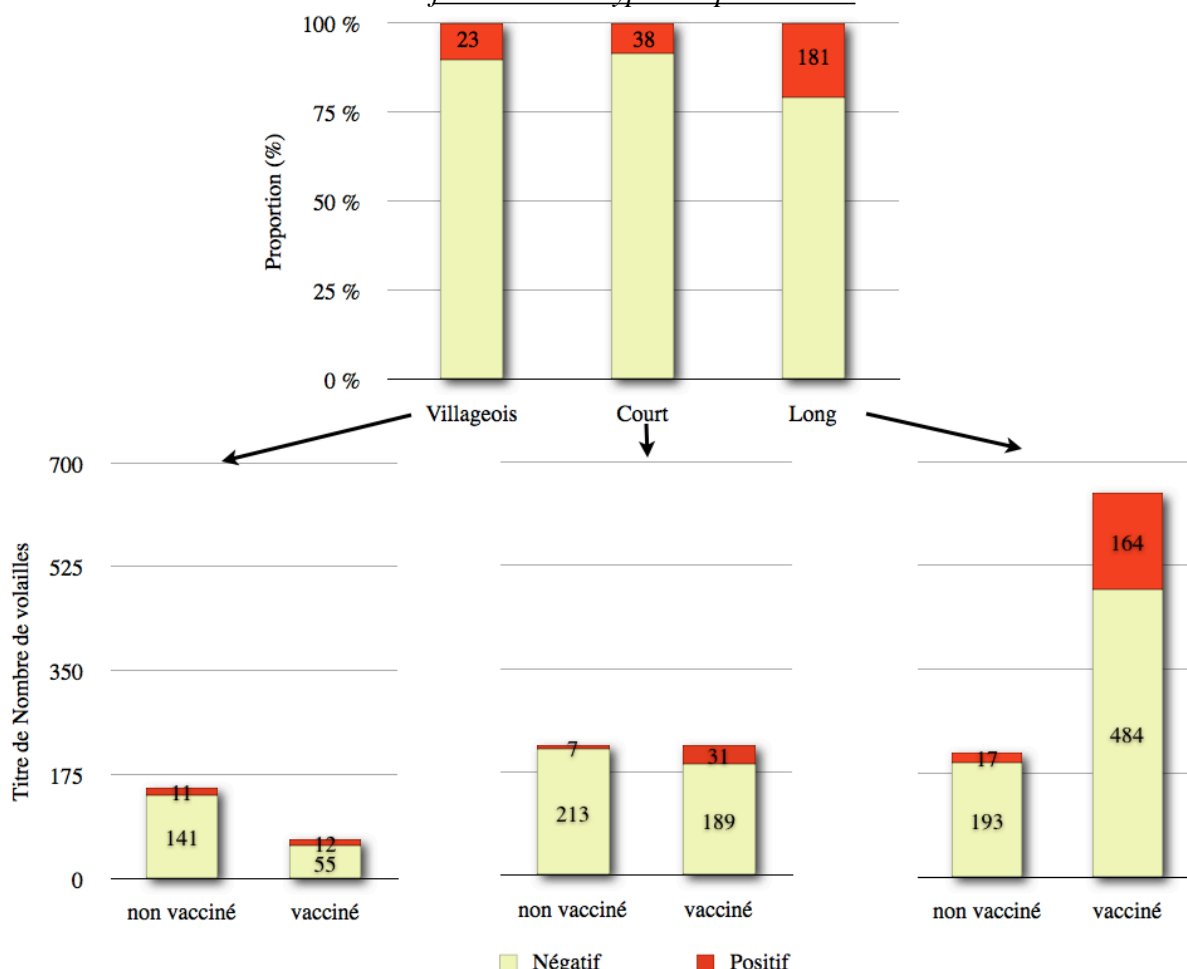


Description par type de production

Au niveau des cycles de production 8,6 % des volailles élevées en cycle court [7,7 %-9,5 %] sont positives, avec 7% de vaccinés et 1,6% de non vaccinés (Figure 8). Tandis que 21,1 % des volailles de cycle long [20,2 %-22 %] sont séropositives, dont 19,1% de vaccinés et 2% de non vaccinées. Sur les 219 volailles de village 10,5 % [9,1 %-11,9 %] sont séropositives, avec 5,5% de vaccinées et 5% de non vaccinés.

Les taux de seroconversion chez les volailles vaccinées sont repartis de la façon suivante selon les systèmes de production: élevages commerciaux de cycle long 25,3% [24,2 %-26,5 %] > élevages villageois 17,9 % [14,7 %-21 %] > élevages commerciaux de cycle court 14 % [12,5 %-15,6 %].

Figure 8: taux de séroconversion des individus vaccinés ou non selon les dires des éleveurs en fonction des types de production



Séroconversion des animaux vaccinés

Le taux de séropositifs chez les volailles vaccinées varie de 0 à 35% selon l'espèce et le cycle de production (Figure 9).

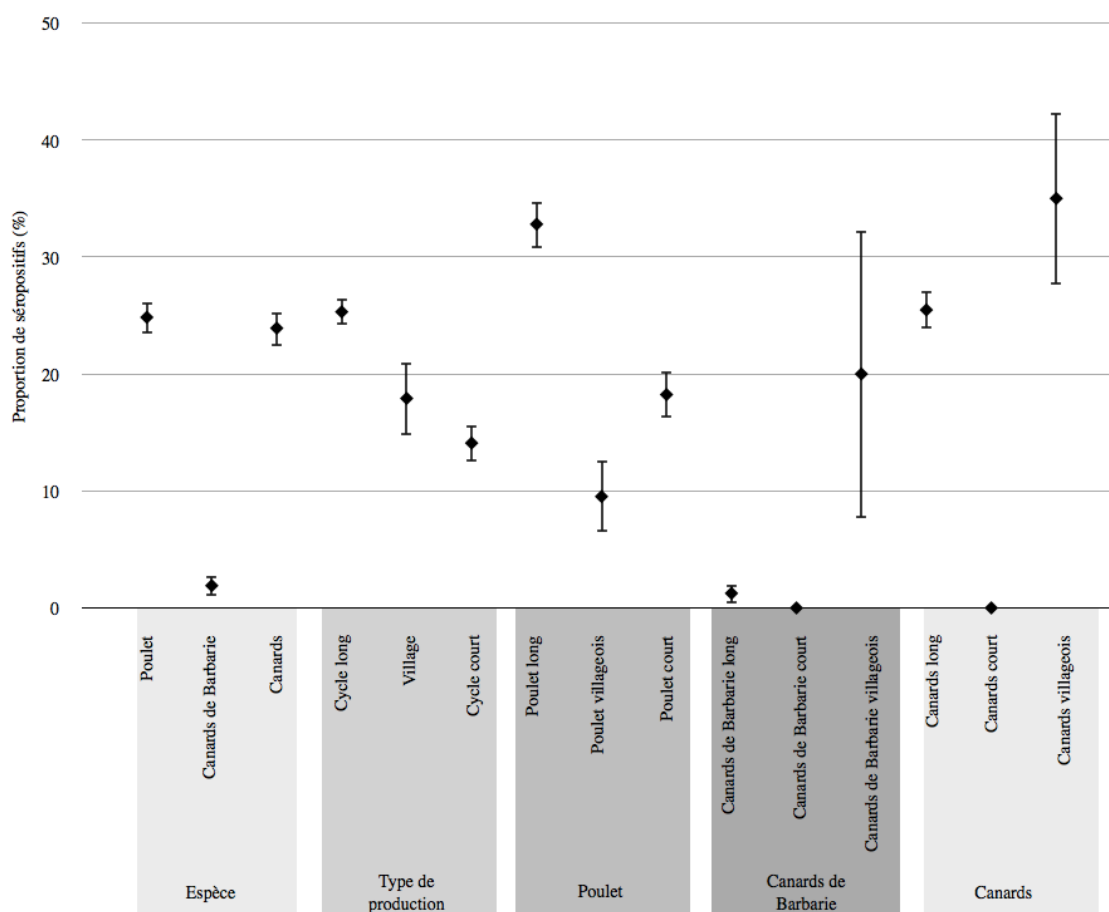
Au niveau de l'espèce, les canards et les poulets sont sensiblement au même niveau de séroconversion, tandis que les canards de Barbarie ont un taux beaucoup plus faible (1% au lieu de 25%).

Au niveau du cycle de production les volailles en cycle long ont un taux de positivité plus élevé (25 %) que les "cycle court" (14 %) et les villages (18 %) qui ne peuvent être différenciés (intervalle de confiance se chevauchant).

Au sein de l'espèce poulet il est possible de séparer les trois cycles de production. Par ordre croissant: l'élevage villageois (10 %) puis les poulets élevés en cycle court (18 %) et enfin ceux élevés en cycle long (33%).

Dans les élevages de cycle court les canards et les canards de Barbarie sont tous négatifs. Les canards de cycle long ont une proportion de positifs (26 % [23,8 %-27,1 %]) moins importante que les canards en élevages villageois (35 % [27,6 %-42,4 %]). Tandis que les canards de Barbarie ont une proportion de positifs plus importante en élevage villageois (20 %), qu'en élevage de cycle long (1 %).

Figure 9: Proportion de séropositifs chez des volailles vaccinées selon les dires des éleveurs selon les espèces et les types de production.



Séroconversion des animaux non vaccinés

La proportion de positifs chez les volailles non vaccinées varie de 0 à 22 % (Figure 10). Le taux de positivité est plus élevé dans les élevages villageois et les élevages de cycle long que dans les élevages de cycle court.

Sur les 35 volailles non vaccinées positives 18 sont des canards, 15 des poulets et 2 des canards de Barbarie. Sur ces mêmes volailles 11 sont issues d'élevage villageois, 7 d'élevage commerciaux de cycle court et 17 d'élevages commerciaux de cycle long.

C'est au niveau des canards que le taux de positifs (9,8 %) est le plus élevé par rapport aux poulets (5,8 %) et aux canards de Barbarie (1,4 %).

Chez les canards de Barbarie seuls certains en élevages villageois sont positifs.

Aucun poulet de cycle long non vaccinés n'est positif, tandis que dans les autres types d'élevages, en cycle court 6,6 % [4,8 %-8,4 %] et en élevages villageois 10,1 % [7,9 %-13,3 %] des poulets sont positifs, sans que la différence ne soit significative.

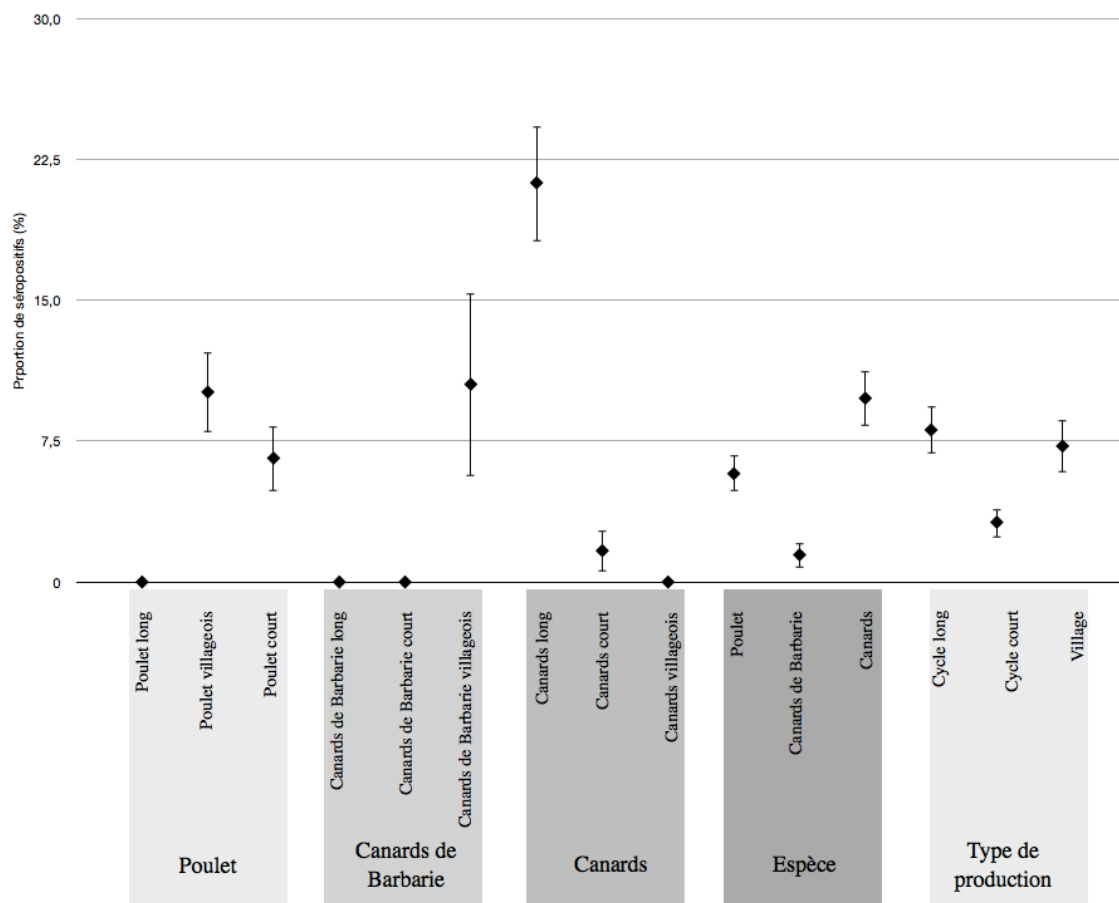
Aucun canard élevé en villages n'a séroconverti et très peu en cycle long (1,7 %), tandis que 21,3 % des canards non vaccinés en élevages de cycle long sont séropositifs.

Toutes les volailles positives ont été prélevées dans la province de Bac Giang.

Toutes les volailles d'élevages commerciaux non vaccinées mais positives sont issues de 2 communes Dong Phuc et Nghia Trung, pourtant éloignées.

Les volailles villageoises non vaccinées mais positives sont principalement issues de Chau Minh (8/11) mais prélevées dans 3 villages différents.

Figure 10: Proportion de séropositifs chez des volailles non vaccinées selon les dires des éleveurs selon l'espèce et le type de production



Comparaison dires d'éleveurs et sérologie

Un test du Khi Deux est utilisé pour comparer la proportion d'individus positifs en sérologie et la proportion d'individus dit vaccinés par les éleveurs. Les effectifs théoriques étant inférieurs à 5 pour les canards de Barbarie en élevages villageois un test exact de Fisher a été utilisé sur cette catégorie.

Pour tous les critères ($p < 0.001$), sauf les canards de Barbarie villageois ($p = 0.44$), il y a une différence significative entre les dires d'éleveurs et les résultats sérologiques (Tableau 8). La couverture vaccinale estimée par dires d'éleveurs ne correspond pas à la couverture immunitaire réelle.

Tableau 8 : Comparaison des proportions de volailles séropositives et des proportions de volailles vaccinées selon les dires des éleveurs par le test du Khi deux (tableau de données en annexe 5).

	Pourcentage d'individus positifs en sérologie	Pourcentage d'individus vaccinés selon les dires des éleveurs	Khi 2
Cycle long	21	76	<0.001
Cycle court	9	50	<0.001
Village	11	31	<0.001

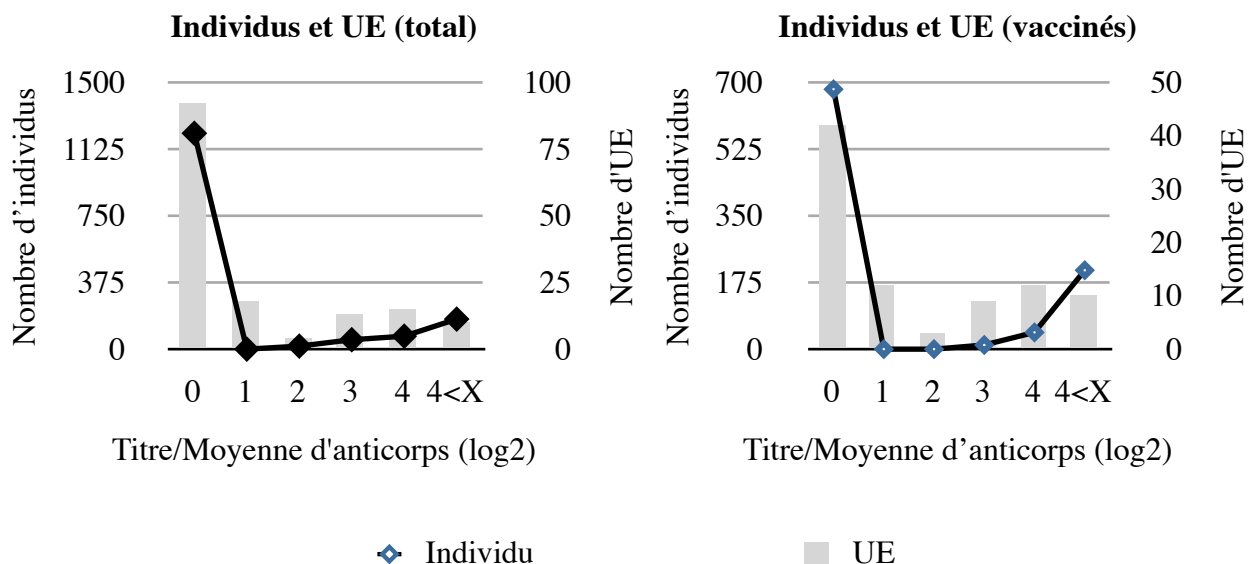
Poulet	18	64	<0.001
Canard	19	67	<0.001
Canard de Barbarie	2	43	<0.001
Poulet à cycle long	25	76	<0.001
Poulet à cycle court	14	65	<0.001
Poulet villageois	10	32	<0.001
Canard de Barbarie à cycle long	1	62	<0.001
Canard de Barbarie à cycle court	0	22	<0.001
Canard de Barbarie villageois	13	21	0,44 (Test exact de Fisher)
Canard long	25	80	<0.001
Canard à cycle court	1	33	<0.001
Canard villageois	11	31	<0.001

Réponse humorale

Au niveau des individus, la plupart ont des titres anticorps nul (Figure 11). La seconde modalité la plus importante est celle supérieure ou égale à 4. En effet très peu d'individus ont des titres intermédiaires. Au niveau des individus vaccinés les mêmes observations sont faites.

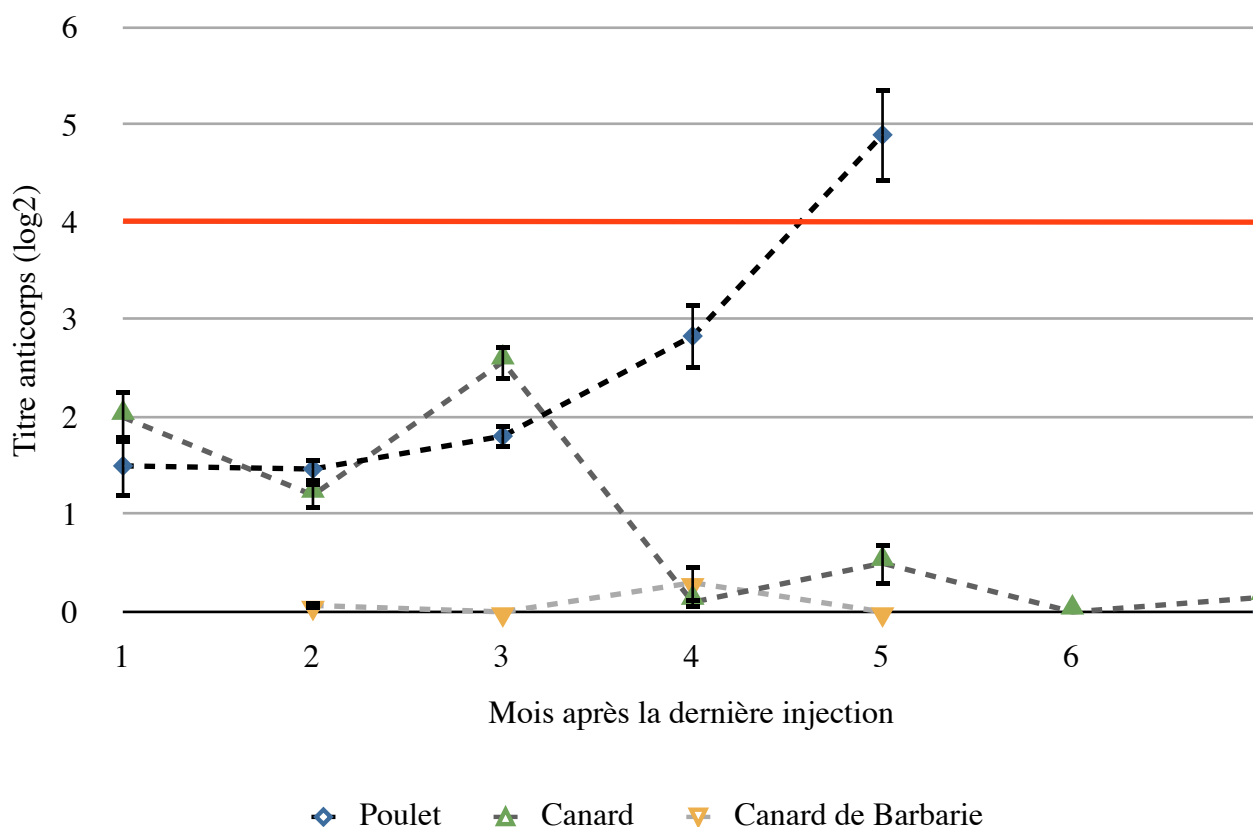
Au niveau des bandes la modalité la plus importante est encore la modalité nulle. La dispersion au sein des autres modalités n'est pas aussi flagrante qu'à l'échelle individu.

Figure 11: distribution des UE et d'individus en fonction du titre anticorps.



Les titres moyens d'anticorps en fonction du délai entre la dernière injection (la dernière dose de la dernière campagne de vaccination) et le prélèvement sont inférieurs à 4 log₂ quelque soit l'espèce et le délai, mis à part pour les poulets à 5mois (Figure 12).

Figure 12: moyenne du titre anticorps en fonction du délai depuis la dernière vaccination.



Couverture vaccinale

Pour calculer la couverture réelle au moment des prélèvements, les faux positifs (c'est à dire les volailles non vaccinées et positives) sont convertis en non vaccinés négatifs afin de ne tenir compte que de la séroprévalence qui serait induite par la vaccination..

Sur l'ensemble des individus, la couverture vaccinale réelle sur l'ensemble n'est que de 13,6 %.

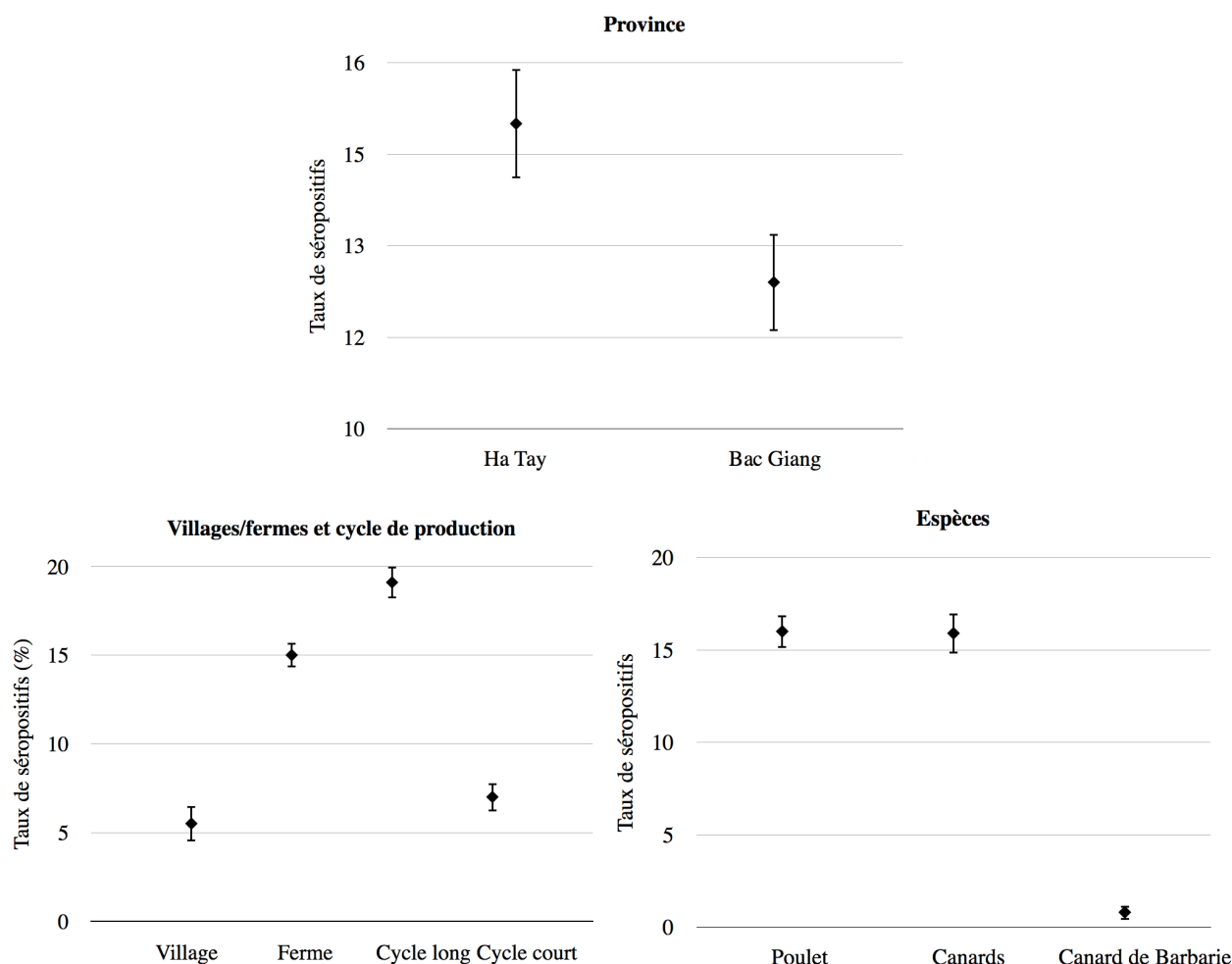
Dans les élevages commerciaux la couverture vaccinale réelle au moment des prélèvements est de 15 %, avec une couverture sur les "cycle long" de 19,1 % et de 7 % sur les "cycle court" (figure 13).

Dans les élevages villageois, la couverture vaccinale réelle est de 5,5 %.

Sur l'ensemble des poulets la couverture vaccinale réelle s'élève à 16 % [15,1 %-16,9 %] , sur l'ensemble des canards la couverture est sensiblement la même (15,9 % [14,9 %-17 %]), tandis que sur les canards de barbarie la couverture vaccinale est significativement différente, elle n'est que de 0,8 %.

Sur la province de Ha Tay la couverture vaccinale est de 15%, tandis que dans la province de Bac Giang cette couverture est de 12,4%.

Figure 13: taux de séropositifs en fonction de l'espèce, du type de production ou de la province.



Note: Figure créée à partir du tableau en annexe 6

IV. Analyses multivariées exploratoires

Analyse des facteurs influençant la vaccination (dires d'éleveurs)

Pour analyser les facteurs qui influenceraient la vaccination des élevages, une analyse multivariée sur les toutes les bandes présentes dans les fermes échantillonnées est utilisée. Pour cela un modèle linéaire généralisé expliquant la dispersion des bandes vaccinées en fonction de la province, de la présence de différentes espèces au sein de la ferme, de l'espèce, de l'âge, du cycle de production et du nombre d'animaux au sein de la bande a été construit. Une analyse de ce modèle linéaire généralisé et une Anova sur ce modèle ont été utilisées.

Les valeurs des coefficients et des p-value des variables en effet simple, du modèle linéaire généralisé et de l'Anova sur ce modèle, ne peuvent pas être estimées si ces variables sont présentes dans des interactions doubles car l'effet de la variable se retrouve aussi dans l'interaction. Il est admis que les variables constituant une interaction significative, ont aussi un effet significatif seules.

D'après l'analyse par Anova les variables qui influencent la vaccination mais qui ne peuvent pas être analysées précisément par cette méthode sont: la province, l'espèce, l'âge, le nombre et le cycle (le "cycle long" aurait un effet positif sur la vaccination) (Figure 14, Figure 8).

Les interactions qui influenceraient positivement la vaccination sont: l'interaction Ha Tay:Canards (les canards à Ha Tay sont plus vaccinés que les canards à Bac Giang), Ha Tay:Age (les animaux vieux à Ha Tay sont plus vaccinés que ceux à Bac Giang), Age:Nombre (plus il y a d'animaux et plus ils sont vieux, plus ils sont vaccinés).

Les interactions qui influenceraient négativement la vaccination sont: la province Ha Tay:"cycle long" (les "cycle long" sont moins vaccinés à Ha Tay qu'à Bac Giang, ce qui peut s'expliquer par le fait que de nombreux "cycle long" correspondent à des canards de Babarie dans la province de Ha Tay, or cette espèce est moins vaccinée), "cycle long":nombre (plus il y a d'individus en "cycle long" moins ils sont vaccinés).

Figure 14: Analyse statistique du modèle linéaire généralisé expliquant la variable vaccination en fonction des différents critères recueillis lors de la campagne de prélèvement.

```
Anova Table (Type II tests)

Response: vaccine_H5N1
LR Chisq Df Pr(>Chisq)
province      11.8712 1 0.0005701 ***
diff_especes  0.7916 1 0.3736253
especes       2.8731 2 0.2377481
Age          16.6976 1 4.384e-05 ***
cycle         0.0208 1 0.8852153
Nb           0.6405 1 0.4235121
province:especes 19.1308 2 7.014e-05 ***
province:Age  11.4771 1 0.0007046 ***
province:cycle 5.9809 1 0.0144613 *
province:Nb   5.1460 1 0.0233003 *
diff_especes:especes 7.9360 2 0.0189110 *
diff_especes:cycle 3.7649 1 0.0523402 .
Age:cycle     2.2519 1 0.1334510
Age:Nb        9.9174 1 0.0016372 **
cycle:Nb     10.1824 1 0.0014179 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Call:
glm(formula = vaccine_H5N1 ~ province + diff_especes + especes +
    Age + cycle + Nb + province:especes + province:Age + province:cycle +
    province:Nb + diff_especes:especes + diff_especes:cycle +
    Age:cycle + Age:Nb + cycle:Nb, family = binomial, data = dbis)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.44117  -0.64095   0.07771   0.72502   2.07680

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   -1.781e-01  1.238e+00  -0.144  0.88561
provinceHa Tay -3.493e+00  1.551e+00  -2.252  0.02434 *
diff_especesVRAI -8.055e-01  7.078e-01  -1.138  0.25513
especesD       -2.433e+00  9.242e-01  -2.633  0.00847 **
especesMD      -1.889e+01  1.110e+03  -0.017  0.98643
Age            3.815e-03  1.266e-02   0.297  0.76677
cycleLong      5.310e+00  2.121e+00  2.503  0.01230 *
Nb            -7.170e-03  4.305e-03  -1.665  0.09582 .
provinceHa Tay:especesD 2.397e+00  1.176e+00  2.038  0.04155 *
provinceHa Tay:especesMD 2.066e+01  1.110e+03  0.019  0.98581
provinceHa Tay:Age    3.621e-02  1.373e-02  2.636  0.00838 **
provinceHa Tay:cycleLong -3.283e+00  1.413e+00  -2.324  0.02011 *
provinceHa Tay:Nb     1.256e-02  6.433e-03  1.953  0.05081 .
diff_especesVRAI:especesD 2.064e+00  1.057e+00  1.953  0.05085 .
diff_especesVRAI:especesMD -1.750e+00  1.421e+00  -1.232  0.21810
diff_especesVRAI:cycleLong 2.075e+00  1.107e+00  1.873  0.06100 .
Age:cycleLong      -1.841e-02  1.257e-02  -1.464  0.14316
Age:Nb            1.376e-04  5.187e-05  2.653  0.00790 **
cycleLong:Nb      -2.262e-02  8.312e-03  -2.721  0.00650 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 228.08 on 170 degrees of freedom
Residual deviance: 134.98 on 152 degrees of freedom
(6 observations deleted due to missingness)
AIC: 172.90

Number of Fisher Scoring iterations: 16
```

Efficacité de la vaccination

Pour analyser les facteurs qui influenceraient la séroconversion des animaux, une analyse multivariée sur tous les individus vaccinés (fermes et villages) est utilisée. Pour cela un modèle linéaire généralisé expliquant la dispersion des positifs en fonction de la province, de l'espèce, de l'âge et du cycle de production a été construit. Une analyse de ce modèle linéaire généralisé et une Anova sur ce modèle ont été utilisées..

Comme dit précédemment les valeurs des p-value et des coefficients ne peuvent pas être prises en compte sur les variables en effet simple si elles sont présentes dans des interactions.

Cette analyse multivariée (Annexe 7) met en évidence les variables qui influencent positivement ou négativement la séroconversion des vaccinés telles que: l'âge (+), le cycle de production long (+) et l'élevage villageois (+). Donc plus les animaux sont vieux, plus ils ont séroconverti. L'interaction canard:âge a un effet positif sur la séroconversion. C'est à dire que plus les canards sont vieux et plus ils ont séroconverti. Les volailles en cycle de production long ou en élevage villageois ont plus séroconverti que les volailles en cycle court et ceux quelque soit l'âge.

Une analyse multivariée (Annexe 8) plus poussée a été menée sur les élevages commerciaux, pour expliquer la positivité des volailles en fonction des variables: nombre d'injections, durée entre la dernière vaccination et le prélèvement, le nombre d'animaux présents dans la bande, si l'éleveur participe à la vaccination

Comme dit précédemment les valeurs des p-value et des coefficients ne peuvent pas être prises en compte sur les variables en effet simple si elles sont présentes dans des interactions.

Les variables qui influenceraient la vaccination sont: la province, l'espèce, l'âge, le nombre, le cycle, le nombre d'injection, le délai entre la dernière injection et le prélèvement et si l'éleveur vaccine.

Il apparaît que peu de canards de Barbarie ont séroconverti (Figure 7, 9, 15), par rapport aux autres espèces.

D'après la figure 16, il apparaît que plus d'élevages de cycle long sont positifs ou ont d'individus qui ont séroconverti que les élevages de cycle court.

Plus les canards sont vieux plus ils seraient positifs. Plus les canards reçoivent d'injections moins ils seraient positifs (biais peut être dû à un délai entre la vaccination et le prélèvement trop long).

Dans les interactions doubles, il y aurait moins de chance d'être positif si le nombre d'animaux, le nombre d'injections ou la durée entre la dernière injection et le prélèvement augmente ou encore si l'éleveur vaccine, dans la province de Ha Tay.

Si les canards sont vaccinés par les éleveurs ils auraient plus de chance d'être positifs. Dans les "cycle long" si l'éleveur vaccine, il y aurait moins de volailles positives. S'il y a plus d'une injection et que l'éleveur vaccine, les volailles auraient plus de chances de séroconvertir.

Figure 15: Moyennes du titre anticorps des bandes vaccinées et médiane de ces moyennes selon les espèces

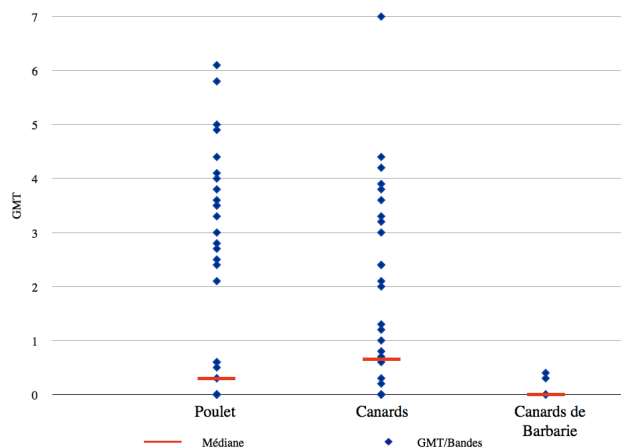
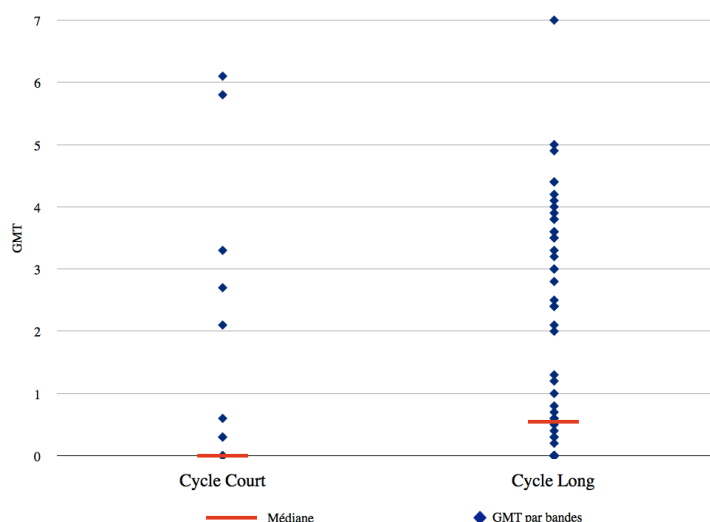


Figure 16: Moyennes du titre anticorps des bandes vaccinées et médiane de ces moyennes selon les espèces



Circulation du virus

Pour mettre en évidence des facteurs pouvant influencer la circulation du virus dans les élevages non vaccinés une analyse multivariée a été effectuée sur les volailles non vaccinées, pour expliquer le statut positif de ces animaux en fonction des différentes données récoltées sur le terrain.

Dans un premiers temps toutes les volailles non vaccinées en villages et en fermes ont été incluses dans le modèle linéaire généralisé. Cependant le test sur la répartition des résidus à une valeur de 1-p inférieur à 0.05 avec toutes les variables explicatives utilisées. Ce qui veut dire que ce modèle ne peut expliquer avec toutes les données récoltées la répartition des animaux positifs, les résidus étant pour chaque modèle trop grands. Donc sur la question de la circulation du virus au sein des élevages commerciaux et villageois, il n'est pas possible d'apporter de réponse.

Dans un deuxième temps seules les volailles non vaccinées des élevages commerciaux ont été utilisées dans le modèle linéaire généralisé.

Le modèle construit (de formule Statut~province+Espèce+Age+Cycle+Nombre+Espèce:Age+Espèce:Cycle+Espèces:Nombre+Age:Cycle) ne peut être analysé qu'en Anova II, car les canards de Barbarie non vaccinés positifs ne sont présents qu'en faible effectif (2 positifs) et les coefficients du modèle ne peuvent être estimés avec suffisamment de précision.

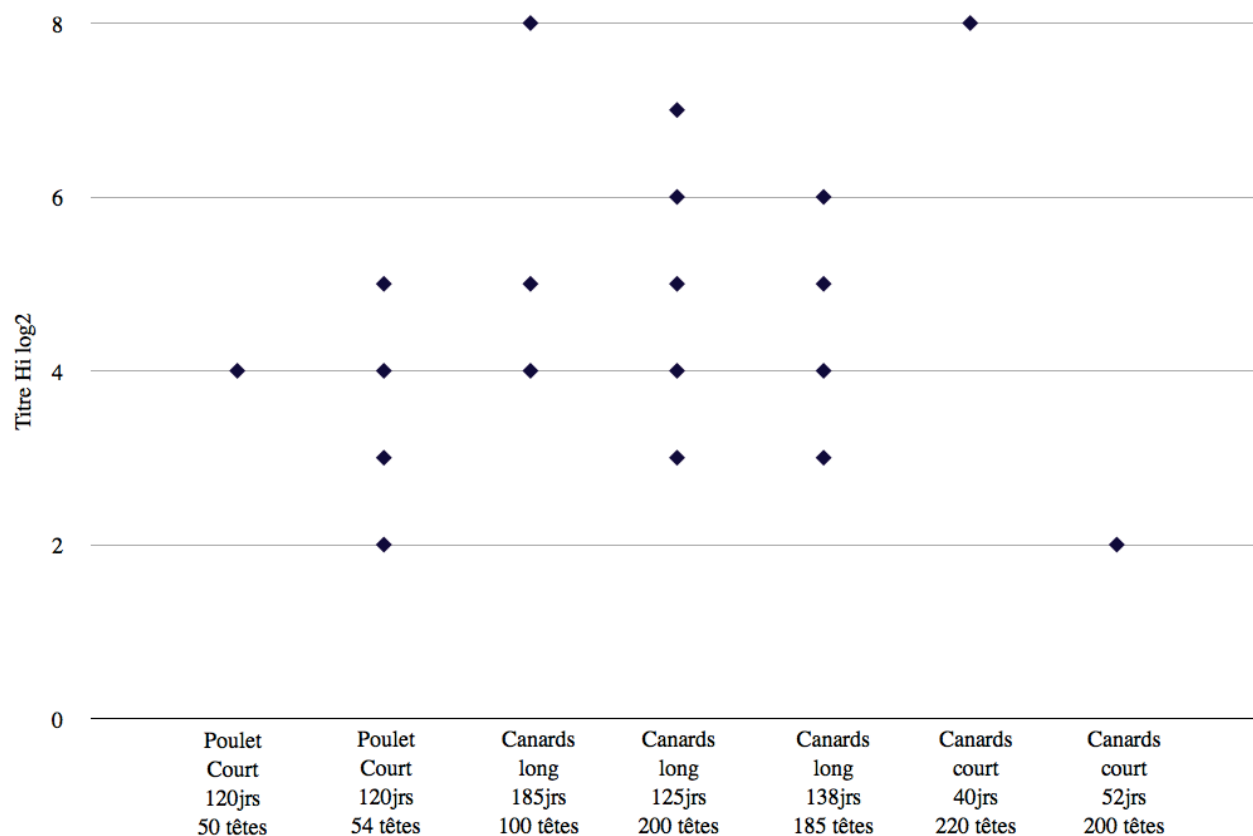
De même que précédemment les valeurs des p-value et des coefficients ne peuvent pas être prises en compte sur les variables en effet simple si elles sont présentes dans des interactions.

Les variables qui influencent la circulation du virus sont: la province, l'espèce, l'âge et le cycle de production (Annexe 9).

Les canards représentent la majeure partie des volailles non vaccinées séropositives , 14 animaux sur 19 (Figure 17). Les "cycle long" représentent 12 volailles sur 19. De plus la majeure partie (17/19) des volailles sont âgées de plus de 4 mois. Donc les canards et les volailles âgées de plus de 4 mois auraient plus de chance d'être en contact avec une souche virale libre.

Comme dit précédemment toutes ces volailles non vaccinées séropositives proviennent de la même province: Bac Giang. Les volailles auraient donc plus de chance d'être en contact avec un virus dans la province de Bac Giang que dans la province de Ha Tay.

Figure 17: Titre anticorps des individus non vaccinés positifs dans les élevages commerciaux, regroupés par bandes.



DISCUSSION

1. Les biais de l'étude

Biais de sélections

La campagne de prélèvement s'est déroulée du 22 au 25 Juin 2010 et le 5 et 6 juillet sur la commune de Ha Tay et le 26 et 27 Juin sur la commune de Bac Giang (carte administrative de la zone d'étude p.15).

Sur la province de Ha Tay deux équipes de vétérinaires se sont partagées les prélèvements à accomplir et sur la province de Bac Giang cinq ou six équipes se sont formées.

En raison de fortes chaleurs (le plus haut pic de températures depuis 60 ans au Vietnam) durant les campagnes de prélèvements à Ha Tay, seules les matinées étaient propices aux prélèvements. En effet les éleveurs étaient contre les prélèvements les après midi de forte chaleur pour ne pas stresser d'avantage leurs animaux.

De plus beaucoup d'éleveurs ont vendu leurs bandes et ne souhaitent pas rentrer de nouveaux animaux avant la fin des hautes températures. Donc seulement 67 sur 88 fermes sélectionnées ont pu être échantillonnées sur la province de Ha Tay, comme montre le tableau suivant.

Les Equipes 1 et 2 ont été constituées de la même manière: un vétérinaire de commune, deux vétérinaires de la station de Phu Xuyen et un paravétérinaire du village, plus suivant les jours les membres de l'étude: moi-même (Thomas Beuscart), Hoa (la vétérinaire) ou Huyen (la traductrice).

La vétérinaire de commune de l'équipe 1 a l'habitude de travailler avec les éleveurs, tandis que la vétérinaire de l'Equipe 2 effectue sa première année après le décès de l'ancien vétérinaire de commune. Les éleveurs n'ont donc pas pour le moment un bon contact avec celle-ci.

Dans la province de Ha Tay l'Equipe 1 a bien respecté la liste d'échantillonnage et les prélèvements n'ont pris que deux matinées. Tandis que l'Equipe 2, n'a pas respecté la liste et les prélèvements ont pris plus d'une semaine. Certains des éleveurs échantillonnés ne figuraient pas sur cette liste d'élevages tirés au hasard, la sélection de ces fermes est donc du fait du vétérinaire de commune, il y a donc un risque que les fermes choisies le soient pour leur statut vaccinal (fermes vaccinées) ou leur statut vis à vis de la maladie (fermes sans problème sanitaire). De plus seulement 40 fermes ont été prélevées contre 61 fermes sélectionnées (Tableau 9). Donc une vingtaine de bandes n'ont pas pu être prélevées à Hong Thai (Equipe 2) du fait que de nombreux éleveurs ont vendu leur stock et attendent la fin des grosses chaleurs pour renouveler celui-ci.

Tableau 9: Description des prélèvements dans la province de Ha Tay

	CBR		CB		MDBR		MDB		DBR		DB		village		total	
	réalisé	prévu	réalisé	prévu	réalisé	prévu	réalisé	prévu	réalisé	prévu	réalisé	prévu	réalisé	prévu	réalisé	prévu
Duyen Tran	1	1			1	1			1	1					3	3
Duyen Yet	21	30			9	12			2	3					32	45
Lat Duong	0	7			3	4			2	2					5	13
Equipe 1	22	38			13	17			5	6					40	61
DaoXA									4	4			1	1	5	5
Hoang Dong							0	1	2	2			1	1	3	4
Kim Long Noi											1	1			1	1
Kim Long Trung									2	2					2	2
Kim Long Tuong	1	1	1	1	1	1	1	0	5	5	1	1			9	9
Nhi Khe									2	2	1	1			3	3
Van Hoang									3	3					3	3
Equipe 2	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	3	3	2	2	27	27
Ha Tay (Equipe 1+ Equipe 2)	23	39	1	1	14	18	1	1	23	24	3	3	2	2	67	88

Néanmoins, notre échantillon reste représentatif de la population d'étude en ce qui concerne les systèmes de production, avec des proportions équivalentes des différents types de production (élevage villageois, "cycle court" et "cycle long") comme le montre la comparaison, faite dans la partie description de l'échantillon dans les résultats, entre la population d'étude et l'échantillon final.

Certaines consignes données aux vétérinaires de district n'ont pas été respectées. Par exemple des prélèvements sur les élevages villageois n'ont été faits que sur un élevage de basse cours au lieu de trois ou quatre élevages, ou seulement une espèce a été prélevée dans le village, alors qu'il était demandé plusieurs espèces différentes pour assurer une bonne représentativité de la population de volailles villageoises. L'échantillonnage fait dans les villages (en opposition avec les prélèvements dans les élevages) n'est donc certainement pas représentatif de la population de volailles de basse cours des villages.

Données manquantes ou discordantes

Des questionnaires ont des informations contradictoires, par exemple dans la description des bandes présentes dans l'élevage aucune volaille n'est vaccinée, mais les volailles prélevées au sein de cet élevage le sont.

Certains questionnaires ont des données manquantes. Il y a même eu un questionnaire où aucune donnée n'apparaît si ce n'est le nom de l'éleveur, le village et le prélèvement des animaux, mais ni la race, ni le type de production, ni le statut vaccinal ne sont précisés.

Traçabilité des échantillons

Au laboratoire, comme dit précédemment, certains échantillons ne sont pas arrivés ou sous des noms différents, donc il est impossible de retracer la provenance de ceux-ci. Ils ont donc été exclus des analyses.

Surestimation des éleveurs/vétérinaires

Comme toutes les études basées sur des entretiens, la part de sincérité des personnes interviewées rentre en compte. Notamment certains vétérinaires aux questions sur la couverture vaccinale des fermes, citent les données officielles du gouvernement, et non celles qu'ils ont pratiquées (hypothèse confirmée par les questionnaires fermes où seulement 60% des bandes sont vaccinées et non 90%). Il est donc possible que des éleveurs aient déclaré leurs volailles vaccinées alors qu'elles ne l'étaient pas. Dans les volailles vaccinées il peut donc y avoir des volailles non vaccinées ce qui abaisse la moyenne des titres anticorps, et donc avoir une réponse globale inférieure à $4 \log_2$.

Limites des analyses multivariées

Les canards de Barbarie ont une place à part dans la vaccination et dans notre étude. En effet ces volailles sont moins vaccinées que les autres espèces et elles répondent moins bien à la vaccination. De plus la province de Ha Tay et la production de type cycle long regroupe la majeure partie des canards de Barbarie présents dans cette étude. Cette espèce peut donc rendre difficile l'estimation des coefficients en modèle linéaire généralisé du fait de leur faible effectif de positifs (deux individus positifs vaccinés et deux positifs non vaccinés).

II. L'efficacité de la vaccination: la couverture vaccinale

La couverture vaccinale

La couverture vaccinale, selon les dires des éleveurs est de 60 % sur l'ensemble des bandes présentes et de 67 % sur l'ensemble des bandes prélevées. Cependant en sérologie seulement 6,5 %

des bandes sont positives après vaccination (10,2 % des bandes vaccinées). A l'échelle de l'individu 16 % de l'ensemble des volailles sont positives. Sur les volailles vaccinées seulement 13,6 % ont une réponse humorale supérieure à 4 log₂. Il y a donc une forte surestimation si la couverture vaccinale n'est mesurée que sur les dires d'éleveurs et non en sérologie.

La couverture minimale nécessaire pour stopper la diffusion de l'influenza aviaire est estimée au minimum à 50% de la population sensible (Bouma *et al*, 2009; Garske *et al*, 2007). Seulement 13,6 % de la population est protégée, ce qui est bien inférieur au taux requis pour stopper l'évolution de la maladie.

D'après les éleveurs et les vétérinaires les raisons qui limitent la vaccination sont: la chaleur, la jeunesse des volailles, le rendement de la ponte limité lors de la vaccination et les volailles en cycle court qui sortent trop vite de l'exploitation.

D'autres facteurs tels que la baisse du titre d'anticorps avec le temps peuvent expliquer cette basse couverture vaccinale mesurée.

Donc deux raisons peuvent expliquer cet état de fait: une mauvaise mise en œuvre peu effective de la vaccination (certains animaux ne sont pas vaccinés) et/ou une efficacité limitée de la stratégie de vaccination de masse par campagnes nationales bisannuelles (chute d'anticorps après quelques mois, avant la seconde campagne). Les données officielles du Vietnam sur la couverture vaccinale sont de 90 %. Cette couverture a été mesurée en fonction du nombre total de doses commandées pendant les campagnes et la population de volailles estimée.

Facteurs influençant la couverture vaccinale

Le taux de vaccination n'est pas le même en fonction des espèces, du cycle de production, de la province. En effet tous ces facteurs ont une influence sur la décision de vacciner.

En fonction de l'espèce la couverture vaccinale n'est pas la même. En effet les canards de Barbarie sont moins vaccinés. Cela s'explique par le fait que ces animaux répondent moins bien à la vaccination mais aussi par le fait que le vaccin utilisé n'est pas toujours le même que pour les autres espèces (H5N9 contre H5N1 pour les poulets et les canards) (résultats des questionnaires au près des vétérinaires). De plus de 2007 à 2010 les canards de Barbarie n'étaient pas vaccinés. C'est en 2010 que les vaccinations par du H5N9 ont commencé dans cette espèce.

Le contexte administratif joue un rôle majeur dans la mise en place de la vaccination. En effet si l'on change de province la politique de vaccination n'est pas la même. Dans la province de Bac Giang la vaccination suit les campagnes nationales, tandis que dans la province de Ha Tay les vaccinations ont lieu tout au long de l'année. Dans cette province, ce sont les éleveurs qui décident d'appeler ou non les vétérinaires à l'arrivée de nouvelles bandes dans leurs élevages.

La province de Ha Tay a une proportion plus élevée d'élevages vaccinés que Bac Giang. Les nouvelles bandes, celles mises en place après la campagne de vaccination nationale ne seront pas vaccinées dans la province de Bac Giang, tandis qu'il est possible qu'elles soient vaccinées dans la province de Ha Tay, selon le bon vouloir de l'éleveur. Les bandes âgées cependant seront mieux vaccinées dans la province de Bac Giang. En effet toutes les volailles vont être vaccinées à la même période, Octobre-Novembre et Mars-Avril, quelles soient jeunes ou âgées, celles-ci vont être revaccinées à chaque campagne. Dans la province de Ha Tay il y a plus de chance qu'elles soient vaccinées au début de la production et qu'il n'y ait pas de revaccination.

Selon le cycle de production la vaccination ne sera pas la même, les éleveurs produisant en cycle court ne vaccinent pas leurs animaux, car le cycle est trop court, donc pour eux la vaccination est trop coûteuse pour le bénéfice qu'ils vont en recevoir. D'un autre côté les éleveurs de cycle long vont avoir tendance à vacciner davantage leurs volailles que les autres. Les volailles vivant plus longtemps, les éleveurs hésitent moins à vacciner leurs bandes, le rapport coût/bénéfice est plus avantageux dans la production de cycle long. L'analyse sur l'influence de la vaccination, informe

que les "cycle long" à Ha Tay ont un effet négatif sur la vaccination. Cela peut s'expliquer par le fait que de nombreux canards de Barbarie soient élevés en cycle long à Ha Tay et que cette espèce n'est que faiblement vaccinée.

III. Efficacité de la vaccination : la réponse immunitaire

Dans les volailles vaccinées il est possible que des éleveurs aient déclaré leurs volailles vaccinées alors qu'elles ne l'étaient pas il peut donc y avoir des volailles non vaccinées ce qui abaisse la moyenne des titres anticorps, et donc avoir une réponse globale inférieure à 4 log₂.

A part les biais d'étude plusieurs paramètres influencent la réponse humorale induite par la vaccination. Des paramètres spécifiques à l'individu (espèce, âge), à son environnement (cycle de production, nombre de doses de vaccin) mais aussi à la campagne de prélèvement (délai entre la dernière injection et le prélèvement) et la mise en œuvre de la vaccination (respect de la chaîne du froid et qualité de l'injection notamment).

Certaines espèces répondent moins bien à la vaccination que d'autres. Les canards de Barbarie ont la plus faible réponse, et les canards ne répondent pas aussi bien que les poulets, comme vu lors de l'étude des résultats sérologique (Figure 12) et dans l'étude bibliographique. La remontée du titre anticorps chez les poulets au cinquième mois après la vaccination pourrait s'expliquer par une erreur de la part de l'éleveur, qui aurait donné une mauvaise date de vaccination, ou bien par une infection récente qui aurait boosté la production d'anticorps.

L'âge n'a pas d'effet direct sur la réponse immunitaire induite par la vaccination. En effet les éleveurs ne veulent pas vacciner leurs animaux s'ils sont trop jeunes. Après un certain âge, il n'y a plus d'effet de celui-ci sur la réponse immunitaire.

Le nombre d'injections, comme décrit dans plusieurs publications (Beato *et al*, 2007; Steensels *et al*, 2007), joue un rôle dans la réponse immunitaire. En effet les volailles vaccinées avec deux injections à moins de 60 jours d'intervalle répondent mieux à la vaccination.

Dans la province de Ha Tay le taux de séroconversion est plus important. Ceci pourrait être expliqué par le fait que cette province est plus spécialisée dans l'élevage, et donc les éleveurs et les vétérinaires seraient plus expérimentés dans cette province que dans la province de Bac Giang. Une autre hypothèse, la densité d'élevages est plus importante dans cette province, la logistique de conservation des vaccins et donc peut être moins lourde que dans la province de Bac Giang.

IV. Circulation du virus

Les 6% de volailles non vaccinées positives suggèrent qu'il y aurait une circulation du virus dans notre zone d'étude. Une autre hypothèse très peu probable est écartée: celle que les éleveurs auraient annoncé leurs volailles non vaccinées alors qu'elles le sont.

De plus tous ces individus non vaccinés et séropositifs proviennent de seulement deux communes, Dong Phuc et Nghia Trung dans la province de Bac Giang. Le simple fait que ces animaux soient localisés dans ces deux communes et issus principalement de quatre fermes commerciales suggère une circulation du virus dans ces zones. Les volailles qui ont séroconverti (> 0 log₂) présentes dans ces fermes ont une réponse immunitaire comprise entre 2 et 8 log₂. Cependant il est impossible de savoir à quelle date cette infection a eu lieu.

Une partie de ces animaux est issue d'une même bande; la seule bande non vaccinée mais positive.

Le cycle de production long est un facteur positif sur la vaccination des animaux, de plus il est plus fréquent de voir une vaccination à plusieurs doses dans ce cycle que dans le cycle de type court ou dans les élevages villageois. Ce qui augmente la proportion d'animaux protégés dans les "cycle long" par rapport aux autres cycles.

Cependant chez les volailles non vaccinées, le "cycle long" est un facteur de risque. En effet les volailles vivent plus longtemps et ont donc plus de risque d'être en contact avec le virus. L'âge de l'individu joue donc aussi un rôle dans le risque d'être en contact avec le virus.

En fonction de la province les volailles n'ont pas la même probabilité d'être en contact avec le virus, même si la sélection des provinces s'est faite sur des critères comprenant la circulation antécédente de virus. En effet tous les cas d'animaux séropositifs dans cette étude sont issus de la province de Bac Giang.

Les provinces de Bac Giang et de Ha Tay n'ont pas les mêmes caractéristiques d'élevages, la première est plus orientée dans l'élevage local avec des importations de Chine, tandis que la seconde est plus orientée dans la reproduction et la commercialisation de volailles vers d'autres provinces. La province de Bac Giang serait plus une province à risque d'endémisation de la maladie et la province de Ha Tay une province à risque de dissémination de la maladie.

Cependant il semble étrange que des poulets soient infectés par l'IAHP sans présenter de signes cliniques ni de mortalité importante. En effet aucun éleveurs n'a mentionné de mortalité importante ou d'épisodes d'influenza aviaire dans leur exploitation. Il est donc possible qu'une souche d'influenza aviaire faiblement pathogène ait circulé sans bruit dans certaines villes de la province de Bac Giang sans alarmer les éleveurs et les vétérinaires. Une autre hypothèse serait que ces éleveurs et vétérinaires ont dissimulé le fait que des animaux soient morts d'influenza aviaire.

CONCLUSION

La couverture immunitaire des volailles au Vietnam mesurée par cette étude est faible, de l'ordre de 14 % à l'échelle individu et de 6,5 % à l'échelle de la bande. Bien sûr de nombreux facteurs tels que la surestimation de la vaccination selon les dires d'éleveurs (bien que la couverture vaccinale théorique de 67% soit largement en deça des estimations officielles), le délai entre la vaccination et le prélèvement, ainsi que des causes individuelles de non séroconversion (efficacité du vaccin différente selon les espèces et leur statut immunitaire) vont avoir tendance à baisser la valeur de la couverture vaccinale. Cependant le niveau d'immunité reste trop faible pour stopper la diffusion même a faible prévalence de la maladie.

Dans cette étude, les canards ont un taux de séropositifs plus important que les poulets, ce qui s'explique par une deuxième injection plus fréquente que chez les poulets. Cependant la moyenne du titre anticorps est plus élevée chez les poulets ce qui confirme les données de la littérature sur une réponse humorale plus importante des poulets à la vaccination IA.

L'aspect économique - le rapport coût/bénéfice - reste important dans la mise en place de la vaccination. En effet il est plus rentable de vacciner les volailles en cycle long, bien que les éleveurs ne revaccinent pas leurs animaux en ponte, pour ne pas diminuer le rendement de ponte. Pour les volailles en cycle court le rapport est moins avantageux, elles restent trop peu de temps dans l'élevage. Les volailles les plus vaccinées sont donc les volailles en début de production dans les élevages de cycle long, données confirmées par les résultats sérologiques.

De plus cette étude a mis en évidence une circulation probable du virus de l'influenza aviaire, faiblement ou hautement pathogène, dans la province de Bac Giang contrairement à celle de Ha Tay (aucune volaille non vaccinée séropositive). Deux facteurs augmentent le risque de circulation d'un virus influenza dans la province de Bac Giang. En effet dans cette province les individus sont moins vaccinés que dans la province de Ha Tay selon les dires des éleveurs et les volailles répondent également moins bien à la vaccination selon les résultats sérologiques. Le premier point peut s'expliquer par la différence de stratégie de vaccination entre les deux Provinces et met en évidence les limites de la vaccination de masse par campagnes bisannuelles. Le deuxième aspect peut s'expliquer par la différence de technicité des provinces. La province de Bac Giang est moins spécialisée dans l'élevage et donc les éleveurs et les vétérinaires sont moins entraînés, et moins sensibilisés à la vaccination. Une autre hypothèse, la densité d'élevage dans la province de Bac Giang est moins importante que dans la province de Ha Tay, ce qui peut influencer sur la logistique de la vaccination (conservation du vaccin). Par ces différentes caractéristiques la province de Bac Giang est bel et bien une province à risque pour la circulation et l'endémisation de la maladie.

Les canards de Barbarie restent très peu vaccinés et répondent faiblement au vaccin. Cette espèce représente donc toujours un risque pour la circulation du virus.

Cette étude permet de répondre en partie - seules deux provinces étudiées sur l'ensemble des provinces appliquant la vaccination IA (58 sur 84 au total)- aux questions posées: couverture vaccinale réelle et efficacité de la mise en œuvre de la vaccination. La couverture vaccinale réelle a été estimée à 14 %. Comme le montre l'exemple de la province de Bac Giang, les campagnes de vaccinations bisannuelles ne permettent pas de protéger entièrement les volailles sur toute la durée séparant ces deux campagnes.

Avec une telle couverture vaccinale, et la mise en évidence de la circulation du virus, il est possible que les campagnes de vaccination bisannuelles contribuent à l'endémisation de la maladie, limitant les vagues épidémiques mais permettant une circulation à bas bruit du virus.

BIBLIOGRAPHIE

- Beato M.S., Toffan A., De Nardi R., Cristalli A., Terregino C., Cattoli G., Capua I., 2007. A conventional, inactivated oil emulsion vaccine suppresses shedding and prevents viral meat colonisation in commercial (Pekin) ducks challenged with HPAI H5N1. *Vaccine* 25:4064–4072.
- Bouma A., Claassen I., Natih K., Klinkenberg D., Donnelly C.A., Koch G., Van Boven M., 2009. Estimation of transmission parameters of H5N1 avian influenza virus in chickens. *PLoS Pathogens* 5
- Bublot M., Le Gros F.X., Nieddu D., Pritchard N., Mickle T.R., Swayne D.E., 2007. Efficacy of two H5N9-inactivated vaccines against challenge with a recent H5N1 highly pathogenic avian influenza isolate from a chicken in Thailand. *Journal Information* 51
- Capua I., Alexander D.J., 2004. Avian influenza: recent developments. *Avian Pathol* 33:393–404.
- Capua I., Marangon S., 2006. Control of avian influenza in poultry. *Emerg Infect Dis* 12:1319–1324.
- Capua I., Marangon S., 2007. Control and prevention of avian influenza in an evolving scenario. *Vaccine* 25:5645–5652.
- Capua I., Terregino C., Cattoli G., Toffan A., 2004. Increased resistance of vaccinated turkeys to experimental infection with an H7N3 low-pathogenicity avian influenza virus. *Avian Pathol* 33:158–163.
- Delquigny T., Edan M., Nguyen D.H., Pham T.K., Gautier P., 2004. Evolution and impact of avian influenza epidemic and description of the avian production in Vietnam. Final Report for FAO's TCP/RAS/3010 "Emergency Regional Support for Post Avian Influenza Rehabilitation". FAO, Rome, Italy
- Desvaux S., Ton V.T., Thang P.D., Hoa P.T.T., 2008. A general review and a description of the poultry production in Vietnam. Hanoi, Viet Nam: CIRAD (PRISE)
- Domenech J., Dauphin G., Rushton J., McGrane J., Lubroth J., Tripodi A., Gilbert J., Sims L.D., 2009. Experiences with vaccination in countries endemically infected with highly pathogenic avian influenza: the Food and Agriculture Organization perspective. *Rev Sci Tech* 28:293–305.
- FAO., 2004. Economic and social impacts of avian influenza, 10p.
- FAO., 2009. Production et Santé Animales Manuel n° 5, 135 p.
- FAO., 2010 a. Report reference: 1828/TY-DT, OIE Ref: 9000, Report Date: 03/03/2010, Country: Vietnam.
- FAO., 2010 b. Viet Nam. <http://www.fao.org/countries/55528/fr/vnm/>. consulté en ligne le 14 Mai 2010.
- Garske T., Clarke P., Ghani A.C., 2007. The transmissibility of highly pathogenic avian influenza in commercial poultry in industrialised countries. *PloS one* 2
- Guerin J.L., 2010. Les «pestes aviaires». *L'Influenza Aviaire Hautement Pathogène*. Toulouse, ENVT, Support de cours pour le Master SAEPS. 54 p.
- Kim J.K., Seiler P., Forrest H.L., Khalenkov A.M., Franks J., Kumar M., Karesh W.B., Gilbert M., Sodnomdarjaa R., Douangngeun B., Govorkova E.A., Webster R.G., 2008. Pathogenicity and vaccine efficacy of different clades of Asian H5N1 avian influenza A viruses in domestic ducks. *J Virol* 82:11374–11382.

Kumar M., Chu H.J., Rodenberg J., Krauss S., Webster R.G., 2007. Association of serologic and protective responses of avian influenza vaccines in chickens. *Avian Dis* 51:481–483.

Lee Y.J., Sung H.W., Choi J.G., Lee E.K., Jeong O.M., Kwon Y.K., Kwon J.H., Song C.S., Kimd J.H., 2007. Effects of homologous and heterologous neuraminidase vaccines in chickens against H5N1 highly pathogenic avian influenza. *Avian Dis* 51:476–478.

Liu M., Wood J.M., Ellis T., Krauss S., Seiler P., Johnson C., Hoffmann E., Humberd J., Hulse D., Zhang Y., Webster R.G., Perez D.R., 2003. Preparation of a standardized, efficacious agricultural H5N3 vaccine by reverse genetics. *Virology* 314:580–590.

McLeod A., Morgan N., Prakash A., Hinrichs J., 2004. Economic and social impacts of avian influenza. Documento presentado en el Taller de la FAO sobre los Impactos Sociales y Económicos del Control de la Influenza Aviar 8

Middleton D., Bingham J., Selleck P., Lowther S., Gleeson L., Lehrbach P., Robinson S., Rodenberg J., Kumar M., Andrew M., 2007. Efficacy of inactivated vaccines against H5N1 avian influenza infection in ducks. *Virology* 359:66–71.

OIE, 2009. Terrestrial Manual Chapter 2.3.4.:Avian influenza 20p.

OIE, 2010. Foyers d'influenza aviaire hautement pathogène (sous-type H5N1) chez les volailles. De fin 2003 au 14 mai 2010. Acces en ligne le 31 Mai 2010. http://www.oie.int/download/AVIAN%20INFLUENZA/graphique%20IAHP/graphique%20IAHP%2014_05_2010.pdf

Pantin-Jackwood M.J., Suarez D.L., Spackman E., Swayne D.E., 2007. Age at infection affects the pathogenicity of Asian highly pathogenic avian influenza H5N1 viruses in ducks. *Virus research* 130:151–161.

Peiris J.S.M., 2009. Avian influenza viruses in humans. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz* 28:161–174.

Peyre M., Fusheng G., Desvaux S., Roger F., 2008. Avian influenza vaccines: a practical review in relation to their application in the field with a focus on the Asian experience. *Epidemiology and infection* 137:1–21.

Poetri O.N., Bouma A., Murtini S., Claassen I., Koch G., Soejoedono R.D., Stegeman J.A., van Boven M., 2009. An inactivated H5N2 vaccine reduces transmission of highly pathogenic H5N1 avian influenza virus among native chickens. *Vaccine* 27:2864–2869.

ProMed-mail., 2010 a. Avian influenza (18): Viet Nam (BD) fatal. *ProMed-mail*-2010; 18 March: 20100318.0861 (<http://www.promedmail.org>) Acces March 2010.

ProMed-mail., 2010 b. Avian influenza, human (28): Viet Nam (BK), RFI. *ProMed-mail*-2010; 5 April: 20100405.1092 (<http://www.promedmail.org>) Acces April 2010.

Rudolf M., Poppel M., Frohlich A., Mettenleiter T., Beer M., Harder T., 2009. Efficacy of a commercial inactivated H5 influenza vaccine against highly pathogenic avian influenza H5N1 in waterfowl evaluated under field conditions. *Rev Sci Tech* 28:275–291.

Rushton J., Viscarra R., Guerne Bleich E., McLeod A., 2005. Impact of avian influenza outbreaks in the poultry sectors of five South East Asian countries (Cambodia, Indonesia, Lao PDR, Thailand, Viet Nam) outbreak costs, responses and potential long term control. *World's Poultry Science Journal* 61:491–514.

Sasaki T., Kokumai N., Ohgitani T., Sakamoto R., Takikawa N., Lin Z., Okamatsu M., Sakoda Y., Kida H., 2009. Long lasting immunity in chickens induced by a single shot of influenza vaccine prepared from inactivated non-pathogenic H5N1 virus particles against challenge with a highly pathogenic avian influenza virus. *Vaccine*

Steensels M., Bublot M., Van Borm S., De Vriese J., Lambrecht B., Richard-Mazet A., Chanavat-Bizzini S., Duboeuf M., Le Gros F.X., van den Berg T., 2009. Prime-boost vaccination with a fowlpox vector and an inactivated avian influenza vaccine is highly immunogenic in Pekin ducks challenged with Asian H5N1 HPAI. *Vaccine* 27:646–654.

Sims.L., Huu Dong.D., 2009. A case study: Vaccination of poultry in Vietnam against H5N1 highly pathogenic avian influenza. 50p.

Steensels M., Van Borm S., Lambrecht B., De Vriese J., Le Gros F.X., Bublot M., van den Berg T., 2007. Efficacy of an inactivated and a fowlpox-vectored vaccine in Muscovy ducks against an Asian H5N1 highly pathogenic avian influenza viral challenge. *Avian Dis* 51:325–331.

Steensels.M., Bublot.M., Van Borm.S., De Vriese.J., Lambrecht.B., Richard-Mazet.A., Chanavat-Bizzini.S., Duboeuf.M., Le Gros.F.X., van den Berg.T., 2009. Prime–boost vaccination with a fowlpox vector and an inactivated avian influenza vaccine is highly immunogenic in Pekin ducks challenged with Asian H5N1 HPAI. *Vaccine* 27:646–654.

Swayne D.E., Beck J.R., Garcia M., Stone H.D., 1999. Influence of virus strain and antigen mass on efficacy of H5 avian influenza inactivated vaccines. *Avian Pathology* 28:245–255.

Tian G., Zhang S., Li Y., Bu Z., Liu P., Zhou J., Li C., Shi J., Yu K., Chen H., 2005. Protective efficacy in chickens, geese and ducks of an H5N1-inactivated vaccine developed by reverse genetics. *Virology* 341:153–162.

Toma.B., Dufour.B., Sanaa.M., Bénet.J.J., Shaw.A., Moutou.F. et Louza.A., 2008. Les armes disponibles. In : ÉPIDÉMIOLOGIE APPLIQUÉE à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures. AEEMA, p. 392-397.

Van der Goot J.A., Koch G., de Jong M.C., van Boven M., 2005. Quantification of the effect of vaccination on transmission of avian influenza (H7N7) in chickens. *Proc Natl Acad Sci U S A* 102:18141–18146.

Van der Goot J.A., van Boven M., Stegeman A., van de Water S.G., de Jong M.C., Koch G., 2008. Transmission of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus in Pekin ducks is significantly reduced by a genetically distant H5N2 vaccine. *Virology* 382:91–97.

VSF, 2006. Review of free-range duck farming systems in Northern Vietnam and assessment of their implication in the spreading of the Highly Pathogenic (H5N1) strain of Avian Influenza (HPAI). A report from Agronomes et Vétérinaires sans Frontières for the Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 100p.

Veits J., Römer-Oberdörfer A., Helferich D., Durban M., Suezer Y., Sutter G., Mettenleiter T.C., 2008. Protective efficacy of several vaccines against highly pathogenic H5N1 avian influenza virus under experimental conditions. *Vaccine*

Webster R.G., Webby R.J., Hoffmann E., Rodenberg J., Kumar M., Chu H.J., Seiler P., Krauss S., Songserm T., 2006. The immunogenicity and efficacy against H5N1 challenge of reverse genetics-derived H5N3 influenza vaccine in ducks and chickens. *Virology* 351:303–311.

WHO, 2004. Etude en laboratoire des virus H5N1 chez le canard domestique. consulter en ligne le 10 Juillet 2010. http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/labstudy_2004_10_29/fr/

WHO, 2010. Cumulative Number of Confirmed Human Cases of Avian Influenza A/(H5N1) Reported to WHO. Report du 6 Mai 2010, consulter en ligne le 31 Mai 2010. http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/country/cases_table_2010_05_06/en/index.html

ANNEXES

Annexe 1: Données bibliographique sur la vaccination IAHP

Tian <i>et al.</i> , 2005	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	reponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion		
Type d'étude							H5N1	H5N1				H5N1			Orale	Cloacal	
Laboratory study	H5N1 A/Goose/Guangdong/1/96 harbin Veterinary Institute (China)	Poulets	3 semaines	1 dose	2.8	0.3	10 (6 spv)		4 (43 spv)	2 spv	H5N1 A/Goose/Guangdong/1/96		0	0 (25pc)	oui (13/18)	non	
				0				2 spv		100		100	oui	oui			
			3 semaines	1 dose	2.8	0.3	10 (6 spv)		4 (43 spv)	43 spv			0	0 (25pc)	non	non	
				0				43 spv		100		100	oui	oui			
			3 semaines	1 dose	2.8	0.3	10 (6 spv)		4 (43 spv)	3 spv			0	0 (25pc)	non	non	
				0				3 spv		100		100	oui	oui			
			3 semaines	1 dose	2.8	0.3	10 (6 spv)		4 (43 spv)	3 spv	H5N1 CKTJ/04		0	0 (25pc)	oui (13/28 poulet)	non	
			0				3 spv		100	100	oui	oui					
		3 semaines	1 dose	2.8	0.3	10 (6 spv)		4 (43 spv)	3 spv	DKNH/04		0	0 (25pc)	non	non		
			0				3 spv		100	100	oui	oui					
		Oie	3 semaines	3 dose S0-S4-S17	4.6(S0) et 13.8(S4-S17)	0.5(S0) et 1.5(S4-S17)			2 spv					40 (25pc)	oui a 3-5-7 jpc	oui a 5-7 jpc	
				0					2 spv				100	100	oui	oui (>5jpc)	
3 semaines	3 dose S0-S4-S17		4.6(S0) et 13.8(S4-S17)	0.5(S0) et 1.5(S4-S17)			3 spv				0	0 (25pc)	non	non			
	0						3 spv				100	100	oui (>5jpc)	oui			
Fields study		3 semaines	3 dose S0-S4-S17	4.6(S0) et 13.8(S4-S17)	0.5(S0) et 1.5(S4-S17)	3 (3 spv)	10 (3 spb)	4 (13 sp517)	34 spv	H5N1 (DK SH/04)		0	0 (25pc)	non	non		
Laboratory study		0						34 spv				100	100	oui	oui		
	3 semaines	0	4.6	0.5				3 spv				0	0 (30 jpc)	oui (7 jpc)	oui (7 jpc)		
		0					3 spv					87	oui	oui			
Fields study		Canard Pekin	4 semaines	2 doses S0-S14	4.6-9.2	0.5-1	8 (4 spv)	10 (1 spb)	6 (52 spv avec 1 dose a S14)	51 spv			0 (30 jours post-challenge)	oui J3 (2/10 canards)	non		
			0						51 spv				10	oui	oui		
Beato <i>et al.</i> 2007	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	reponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion		
Type d'étude							H5N2	H5N2				H5N2			Orale	Cloacal	
Laboratory study	A/duck/Potsdam/1402/86 (H5N2)	Canard Pekin	8 jours	2 (4spv)		0.5-1	2.7 (30 jpv)	7.7 log (20 jpb)	>4 (130 jpv)	3 spb	H5N1 A/duck/Vietnam/12/05	> 4.5 (28 jpc)	0	0	non	non	
Middleton <i>et al.</i> , 2007	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	réponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion		
Type d'étude							H5N1	H5N1				H5N1			Orale	Cloacal	
Laboratory study	Poulac i-AI H5N9 H7N1	Canard Pekin	1 jours	2(3spv)		0.2-0.5				3 spb	H5N1 A/Muscovy duck/Vietnam/453/2004	5-7 (14 jpc)	0	0	non	non	
	H5N3 inactivated vaccine											3-7 (14 jpc)	0	0	non	non	
	aucun											<7		65	oui	non	
Kim <i>et al.</i> , 2008	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	réponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion		
Type d'étude							H5N1	H5N1				H5N1			Orale	Cloacal	
Laboratory study	rg-WS/244 H5 placebo rg-CE/C58 rg-WS/244 rg-JWE/1038 H5	Canard Pekin	2 semaines	1 dose	1	0.5	faible			3 spv	Dk/Laos/25/06 (H5N1)			0	non	non	
					0.2		faible							50	oui	oui	
					0.04		faible							60	oui	oui	
					0.008		faible							70	oui	oui	
					0.0016		faible							80	oui	oui	
					0.00032		faible							100	oui	oui	
					0		faible							100	oui	oui	
					1		6 (3spv)					8 (25pc)	0	0	non	non	
					1		7 (3 spv)					7 (25pc)	0	0	non	non	
					1		6 (3spv)					6 (25pc)	0	0	non	non	
					1		6 (3spv)					6 (25pc)	0	0	non	non	
					Webster <i>et al.</i> , 2006		Vaccins	espece	age a la 1ere dose			nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	réponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection
Type d'étude							H5N2	H5N2				H5N2			Orale	Cloacal	
Laboratory	H5N3 inactivé Placebo H5N3 inactivé non vacciné	Poulet	2 semaines	2(3spv)	1.2		8.8 (21 jpv)	12 (21 jpb)		3 spb	H5N1 A/Poulet/Vietnam/C58/04		0	0	non	non	
					0.5		8.3 (21 jpv)	12 (21 jpb)		3 spb			0	0	non	non	
					0.25		7.9 (21 jpv)	11.6 (21 jpb)		3 spb		7.7 (25 jpc)	0	0	non	non	
					1.2		5.7 (21 jpv)	7.8 (21 jpb)		3 spb		7.1 (25 jpc)	0	0	non	non	
					0.5		5.49 (21 jpv)	7.2 (21 jpb)		3 spb		7.4 (25 jpc)	0	0	non	non	
					0.25		6.1 (21 jpv)	8.1 (21 jpb)		3 spb		8.4 (25 jpc)	0	100	oui	oui	
Laboratory study		Canard Pekin	1 dose	2(2spv)	0		< 3.3	< 3.3		49 jpv	A/duck/Thailand/71.1/04 (H5N1)	4.3	0	0	non	non	
					1.2		5.3			49 jpv		7.4	0	0	non	non	
					0.5		6.7			49 jpv		5	0	0	non	non	
					0.25		5.3			49 jpv		8.5 (14 jpc)	0	0	non	non	
					0.25		5.1 (11 jpv)			14 jpv		10.3 (14 jpc)	0	0	non	non	
					0.25		4.6 (11 jpv)	9.3 (11 jpb)		14 jpv		10.3 (14 jpc)		80	oui	oui	
Laboratory study	Inactivated H5N9 in A/Poulet/Italy/22A/98 Fowlpox vFP-H5	Canard Pekin	17 jours	2(4spv)	1		2/6.2			6 spv	H5N1 A/crested eagle/Belgium/01/2004	8.7/6	0	0	non	non	
					0.5-1			6/10		2 spb		7.9/3.5-9	0	0	non	non	
					10 ⁶ log10			4.5/6.5		2 spb		6.5/6.5	0	0	non	non	
					0					memme age		10/6.5	20	20	oui	non	

Steenels <i>et al.</i> , 2007	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log.)	réponse humorale a la 2eme dose (Log.)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log2)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude							H5N1/H5N9	H5N1/H5N9				H5N1/H5N9			Orale	Cloacal
Laboratoire	A/Poulet/Italy/22A/98	Canard de Barbarie	5 semaines	2(2spv)		0,5-1	3,5 (14 jpv)/5,5 (14 jpv)	5,5 (13 dpb)/7,5 (13 dpb)		2 spb		10 (13 dpc)/10,5 (13 dpc)			oui (3-6-9 dpi)	oui (3 dpi)
	HPA-AIV-H5			2(2spv)		0,5-1	2,5 (14 jpv)/1 (14 jpv)	3,5 (13 dpb)/3 (13 dpb)		2 spb	HPAI H5N1	8,5 (13 dpc)/9,2 (13 dpc)			oui (3-6-9-14-16-19 dpi)	oui (3-6 dpi)
	non vacciné						1	1				8(13 dpc)/ 6 (13 dpc)			oui	oui
Vin der goot <i>et al.</i> , 2008	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log.)	réponse humorale a la 2eme dose (Log.)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log2)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude							H5N2/H5N1	H5N2/H5N1				H5N2/H5N1			Orale	Cloacal
Laboratory study	A/Poulet/Mexico/232/94/CPA H5N2	Canard Pekin	7 semaines	1 dose		0,5	2/ 0			1 spv					non	oui (<2 jpc)
			6 semaines	1 dose		0,5	2,5/ 0			2 spv					non	oui (<2 jpc)
			6 semaines	2 a 3 semaines d'écart		0,5		7/ 3,3		2 spb	A/Poulet/China/1204/04 H5N1				non	non
	non vacciné									8 semaines (age canard)					oui	oui
Lee <i>et al.</i> , 2007	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log.)	réponse humorale a la 2eme dose (Log.)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log2)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude							(H5N1_H5N2)comb	(H5N1_H5N2)comb				(H5N1_H5N2)comb			Orale	Cloacal
Laboratoire	H5N1	Poulet	5 semaines	1 dose		0,5	8,6			3 spv			0	0	non	oui
	A/CK/Korea			2 (3spv)		0,5		11,7		3 spv			0	0	oui	oui
	H5N3			1 dose		0,5	2,7			3 spb			60	50	non	non
	A/Wild ind			2 (3spv)		0,5		7,8		3 spb			0	0	non	non
	non vacciné						0				H5N1 HPAI		100	100	oui	oui
	non vacciné							0					100	100	oui	oui
Liu <i>et al.</i> , 2003	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log.)	réponse humorale a la 2eme dose (Log.)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log2)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude							H5N2/H5N1	H5N2/H5N1				H5N2/H5N1			Orale	Cloacal
laboratoire	H5N2	Poulet	8 jours	1 dose			6,7/ 4,3				H5N1 A/CK/HK/8 6.3/02 (10 CLD 50)	7,2/ 5,7	0	0	non	oui
	1/CK/Mexico/232/94														non	oui
	non vacciné										Exposé a volailles infectées par A/CK/HK/8 6.3/02 (10 CLD 50)			0	non	oui
	H5N2		8 jours	2 (20jpv)				8,6/ 8,4			H5N1 A/CK/HK/8 6.3/02 (100 CLD50)	8/ 8,4	10	100	oui	non
	1/CK/Mexico/232/94														NA	NA
	non vacciné										Exposé a volailles infectées par A/CK/HK/8 6.3/02 (100CLD50)			50	oui	oui
laboratoire	H5N2	Poulet	8 jours	2 (20jpv)				8,6/8,1			Exposé a volailles infectées par A/CK/HK/8 6.3/02 (100CLD50)	8,3/7,9	0	0	oui	non
	1/CK/Mexico/232/94														non	non
Capua <i>et al.</i> , 2004	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log.)	réponse humorale a la 2eme dose (Log.)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log2)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude															Orale	Cloacal
labo	H7N1	Dinde	8 jrs	3 (J8-30-50)		0,25-0,5		6,8		71 j	H7N3 (10'EID ₅₀) A/ty/Italy/80/00/02	5,2			non	non
	non														non	non
	H7N1		8 jrs	3 (J8-30-50)		0,25-0,5		7,3		71 j	H7N3 (10'EID ₅₀) A/ty/Italy/80/00/02	5,6			non	non
	non														oui (3-10jpc)	oui (5-7jpc)
	H7N1		8 jrs	3 (J8-30-50)		0,25-0,5		6,1		71 j	H7N3 (10'EID ₅₀) A/ty/Italy/80/00/02	9,6			oui (<5jpc)	oui (5-15jpc)
	non														oui (3-10jpc)	oui (5-20jpc)

Veits <i>et al.</i> , 2008	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	réponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude							H5N2	H5N2				H5N2			Orale	Cloacal
lab	H5N2	Poulet	3 semaines	1			7.3 (20 jpv)			3 spv	H5N1 A/Duck/Vietnam/CG24-01/05	8.7 (14jpc)	70	0	non	non
	H5N9						6.1 (20 jpv)					6.5 (14jpc)	90	20	oui	oui
	H5N3						4.6 (20 jpv)					5.7 (14jpc)	90	0	oui	oui
	MVA-H5						4.3 (20 jpv)					7.2 (14jpc)	100	0	oui	oui
	NDV-H5						4.9 (20 jpv)					4.9 (14jpc)	90	0	non	oui
	non						-					-	100	100	-	-
Sasaki <i>et al.</i> , 2009	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	réponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude							recombinant H5N2-H5N1	recombinant H5N2-H5N1				recombinant H5N2-H5N1			Orale	Cloacal
lab	recombinant H5N2-H5N1	Poulet	4 semaines	1		0.5	11.4 (4spv)		7 log a 138 spv	138 spv	H5N1 A/Poulet/Yamaguchi/7/04	11.1 (14jpc)	0	0		
	non						<4 (8 sdr)		<4 (142 sdr)	142 sdr		NT	100	100		
Bublot <i>et al.</i> , 2007	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	réponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude							H5N9-Wi/H5N1	H5N9-Wi/H5N1				H5N9-Wi/H5N1			Orale	Cloacal
lab	H5N9-Wi	Poulet	4 semaines	1			7.3/2.5 (3spv)			3 spv	inj H5N1		10	5	oui	oui
	non						7.3/2.5 (3spv)			3 spv	cont H5N1 vac		0	0	non	non
	H5N9-It						5.6/4.1 (3spv)			3 spv	inj H5N1		0	0	oui	oui
	non						5.6/4.1 (3spv)			3 spv	cont H5N1 vac		0	0	non	non
	non			1							cont H5N1 vac		50	50	oui	oui
	non										inj H5N1		100	100	oui	oui
	H5N9-Wi						7.3/2.5 (3spv)			3 spv	cont H5N1		0	0	non	non
	non										cont H5N1		100	100	oui	oui
Poetri <i>et al.</i> , 2009	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	réponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude							H5N1/H5N2	H5N1/H5N2				H5N1/H5N2			Orale	Cloacal
lab	non	Poulet	4 semaines	2 (3spv)		0.5					inj H5N1			100	oui	oui
	H5N2							7/10			cont H5N1			100	oui	oui
	non										inj H5N1	7/13	0	0		
	non										cont H5N1 vac	7/13	0	0		
	H5N2							7/10			inj H5N1			100	oui	oui
			4 semaines	2 (3spv)		0.5					cont H5N1	7/13		0	non	non
van der Goot <i>et al.</i> , 2005	Vaccins	espece	age a la 1ere dose	nombre de dose	quantité de HA (µg)	volume vaccin (mL)	réponse humorale a la 1ere dose (Log ₂)	réponse humorale a la 2eme dose (Log ₂)	Durée protection	date du challenge (Ac présent)	souche de challenge	Réponse humorale post-challenge (Log ₂)	Morbidité (%)	Mortalité (%)	excretion	
Type d'étude							H7N7	H7N7				H7N7			Orale	Cloacal
labo	non vacciné	Poulet									H7N7 A/Poulet/Netherlands/621557/03			100	oui	oui
labo	non vacciné	Poulet									exposé a poulet non vacciné infecté par H7N7 A/Poulet/Netherlands/621557/03			70	oui	oui
labo	H7N1 A/Poulet/Italy/99	Poulet	6 semaines		22.5	0.5	8 (21jpv)			1 spv	H7N7 A/Poulet/Netherlands/621557/03			0	oui < 3jpc	oui
labo	H7N1 A/Poulet/Italy/99	Poulet	6 semaines		22.5	0.5	8 (21jpv)			1 spv	exposé a poulet vacciné H7N1 infecté par H7N7 1spv A/Poulet/Netherlands/621557/03			0	non	non
labo	H7N3 A/Poulet/Pakistan/95	Poulet	6 semaines		3.9	0.3	6 (21 jpv)			1 spv	H7N7 A/Poulet/Netherlands/621557/03			0	oui < 4jpc	oui
labo	H7N3 A/Poulet/Pakistan/95	Poulet	6 semaines		3.9	0.3	6 (21 jpv)			1 spv	exposé a poulet vacciné H7N3 infecté par H7N7 1spv A/Poulet/Netherlands/621557/03			0	non	non
labo	H7N1 A/Poulet/Italy/99	Poulet	6 semaines		22.5	0.5	8 (21jpv)			2 spv	H7N7 A/Poulet/Netherlands/621557/03			0	non	non

labo	H7N1 A/Poulet/Italy/99	Poulet	6 semaines		22,5	0,5	8 (21jpv)			2 spv	exposé a poulet vacciné H7N1 infecté par H7N7 2spv A/Poulet/Netherlands/62 1557/03			0	non	non
labo	H7N3 A/Poulet/Pakistan/95	Poulet	6 semaines		3,9	0,3	6 (21 jpv)			2 spv	H7N7 A/Poulet/Netherlands/62 1557/03			0	non	non
labo	H7N3 A/Poulet/Pakistan/95	Poulet	6 semaines		3,9	0,3	6 (21 jpv)			2 spv	exposé a poulet vacciné H7N3 infecté par H7N7 2spv A/Poulet/Netherlands/62 1557/03			0	non	non

Annexe 2: Organisation détaillée de l'étude

1-15 Mai: Préparation du travail de terrain

- Collecte de la liste des fermes par les communes
- Sélection des fermes depuis la liste
- Préparation du questionnaire pour les vétérinaires de communes
- Préparation du questionnaire pour les fermes échantillonnées
- Préparation de la base de données

15-30 Mai: travail de terrain phase 1: interviews des vétérinaires de communes

- Collecte de données avec le questionnaire pour les vétérinaires de communes

Province	Commune	Jours de visite
Bac Giang	Chau Minh	
	Tan My	
	Nghia Trung	
	Hoang Ninh	
	Yen Lu	
	Dong Phuc	
	Dong Viet	
Ha Tay	Hoang Long	
	Hong Tai	

- Après chaque visite, rentrer les données récoltées dans la base de données.
- Organisation de la seconde phase de terrain (la campagne de prélèvement)
 - Dans les communes, présentation de l'étude
 - Dans la même période, préparer l'équipement pour la campagne de prélèvement (seringues, tube de prélèvement, gants, lunettes de protection, blouse....)
 - Relevé des points GPS des différents villages/fermes

1-07 Juin: phase 2 du travail de terrain: campagne de prélèvements

- Campagne de prélèvement.
- Collecte de données dans les fermes échantillonnées (utilisation du questionnaire préparé)
- Prendre la position GPS des fermes échantillonnées.

15 Juin - fin-Juillet: Analyses des prélèvements au laboratoire du NIVR

Les analyses de laboratoire doivent commencer à la fin des prélèvements et finir avant fin juillet pour être interprétés en Aout.

Annexe 3 : Sélection de la zone d'étude

La zone globale d'étude est intégrée dans une région qui comprend 14 provinces et est constituée de deux zones agro-écologiques distinctes, le delta du Fleuve Rouge et le Nord-Est Vietnam. La sélection de la zone d'étude est stratifiée, en premier lieu par la sélection des provinces, puis au sein de ces provinces la sélection des districts/communes.

Les provinces sont sélectionnées s'il y a eu une déclaration de cas en 2005 et 2007, si les cas ont été reportés aux débuts des vagues épizootiques, tout en ayant un minimum de 10 cas reportés pour chaque vagues.

Ainsi par ces critères quatre provinces ont été sélectionnées

Dans le Nord-Est: Bac Giang et Vinh Phuc

Dans la région du Delta du Fleuve Rouge: Hai Duong et Hai Phong

Pour l'étude longitudinale d'autres critères sont pris en compte, comme la bonne coopération des services vétérinaires, la présence de fermes d'élevages pour tester l'hypothèse de la persistance du virus dans ces populations (ancien protocole de Stephanie Desvaux) et la limitation du nombre de provinces pour des considérations logistiques. Au final deux provinces ont été sélectionnées pour l'étude longitudinale.

La province de Bac Giang est traversée par la route principale venant de la province de Lang Son où des volailles de chine sont introduites illégalement. Bac Giang est aussi une province représentative des pratiques d'agriculture et d'élevages du Delta.

La province de Ha Tay représente la majeure partie de la production de volailles dans le Nord Vietnam particulièrement pour les élevages de cycle long de type reproducteur et pondeur. Les volailles de cette provinces sont envoyées dans la plupart des provinces du Nord Vietnam.

Les communes ont été sélectionnées s'il y avait eu une circulation du virus IAHP les années précédentes, mais sans abattages massif de volailles en 2007, et elles doivent être représentatives des systèmes de production de la province.

Donc neuf communes ont été sélectionnées: sept pour Bac Giang (Chau Minh, Tan My, Nghia Trung, Hoang Ninh, Yen Lu, Dong Phuc, Dong Viet) et deux pour Ha Tay (Hoang Long, Hong Thai).

Annexe 4 : Estimation de la vaccination dans le élevages villageois échantillonnés en fonction de l'espèce et du cycle de production, selon les dires des villageois.

Province	Commune	Ville	Poulet cycle court		Canard cycle court		Canard de Barbarie cycle court		Poulet cycle long		Canard cycle long		total	
			v/t	%	v/t	%	v/t	%	v/t	%	v/t	%	v/t	%
Ha Tay	Hoang Long	Dao Xa	7/7	100	0/3	0							7/10	70
Ha Tay	Hoang Long	Hoang Dong	0/4	0	0/3	0	0/3	0					0/10	0
Bac Giang	Yen Lu	Yen Thinh	0/7	0			0/3	0					0/10	0
Bac Giang	Yen Lu	BuI Ben	0/10	0									0/10	0
Bac Giang	Tan My	My Cau	5/5	100	0/5	0							5/10	50
Bac Giang	Tan My	Mau	0/5	0	0/5	0							0/10	0
Bac Giang	Tan My	Thom 3	5/5	100	0/5	0							5/10	50
Bac Giang	Nghia Trung	Nghinh Xuan	0/2	0	0/3	0	0/3	0	0/2	0			0/10	0
Bac Giang	Nghia Trung	Nghia Xuan	5/5	100			5/5	100					10/10	100
Bac Giang	Yen Lu	Tan Son	0/10	0									0/10	0
Bac Giang	Yen Lu	An Thai	0/10	0									0/10	0
Bac Giang	Yen Lu	Tap Bai	0/10	0									0/10	0
Bac Giang	Yen Lu	Yen Ha	0/10	0									0/10	0
Bac Giang	Yen Lu	Yen Tap	0/10	0									0/10	0
Bac Giang	Chau Minh	Ngo Khong	0/2	0	0/6	0			0/1	0	0/1	0	0/10	0
Bac Giang	Chau Minh	Ngo Phuc	0/3	0	0/7	0							0/10	0
Bac Giang	Chau Minh	Xuan Thanh	0/2	0	0/6	0			0/2	0			0/10	0
Bac Giang	Dong Viet		5/5	100							5/5	100	10/10	100
Bac Giang	Dong Viet	Thuong	5/5	100							5/5	100	10/10	100
Bac Giang	Dong Viet	Trung	5/5	100	5/5	100							10/10	100
Bac Giang	Dong Viet	Be	5/5	100	5/5	100							10/10	100
Bac Giang	Dong Viet	Ben	5/5	100			0/5	0					5/10	50
Bac Giang	Dong Viet	Nam			5/5	100	0/5	0					5/10	50
total	-	-	47/132	35,61	15/58	25,86	5/24	20,83	0/5	0	10/11	90,91	77/230	33,48

*En gris: village qui ne sera pas analysé en laboratoire comme expliqué précédemment

Annexe 5 Tableau croisé des résultats de sérologie et des dires d'éleveurs

		sérologie	Vacciné (dires éleveurs)
Poulet	+/oui	132	471
	-/non	599	260
Canard	+/oui	106	368
	-/non	446	184
Canard de barbarie	+/oui	4	105
	-/non	239	138
cycle long	+/oui	181	648
	-/non	677	210
cycle court	+/oui	38	220
	-/non	402	220
Villageois	+/oui	23	67
	-/non	196	152
Poulet cycle long	+/oui	82	250
	-/non	248	80
Poulet cycle court	+/oui	37	170
	-/non	224	91
Poulet villageois	+/oui	13	42
	-/non	118	89
Canard cycle long	+/oui	98	318
	-/non	300	80
Canard cycle court	+/oui	1	30
	-/non	89	60
Canard villageois	+/oui	7	20
	-/non	57	44
Canard de Barbarie cycle long	+/oui	1	80
	-/non	129	50
Canard de Barbarie cycle court	+/oui	0	20
	-/non	89	69
Canard de Barbarie villageois	+/oui	3	5
	-/non	21	19

Annexe 6: taux de séropositifs en fonction de l'espèce, du type de production ou de la province.

	Moyenne	Ecart type	N	IC 95%	Borne inférieur	Borne supérieur
village	0,055	0,228	219	0,010	0,044	0,065
fermes	0,150	0,357	1298	0,007	0,144	0,157
long	0,191	0,393	858	0,009	0,182	0,200
court	0,070	0,256	440	0,008	0,062	0,079
Poulet	0,160	0,367	731	0,009	0,151	0,169
Canards	0,159	0,366	552	0,011	0,149	0,170
Canards de Barbarie	0,008	0,091	243	0,004	0,004	0,012
Ha Tay	0,150	0,357	688	0,009	0,141	0,159
Bac Giang	0,124	0,358	838	0,008	0,116	0,132
tot	0,136	0,343	1526	0,006	0,130	0,142

Annexe 7: Analyse statistique sur l'efficacité de la vaccination en fonction de toutes les volailles vaccinées (Fermes et villages).

Call:

```
glm(formula = Statu ~ province + Espece + age + CyCe + province *
     Espece + province * age + province * CyCe + Espece * age +
     Espece * CyCe + age * CyCe, family = binomial, data = d)
```

Deviance Residuals:

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.297e+00 -8.066e-01 -6.395e-01 -2.107e-08  2.628e+00
```

Coefficients: (1 not defined because of singularities)

```
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   -5.887e+00  1.141e+00  -5.161 2.46e-07 ***
provinceHa Tay  -6.251e+00  1.725e+04 -0.000362 0.999711
EspeceD        -1.860e+01  1.524e+04  -0.001 0.999026
EspeceMD        2.458e+02  9.597e+03   0.026 0.979566
age            4.109e-02  9.828e-03   4.181 2.90e-05 ***
CyCeLong        6.507e+00  1.254e+00   5.189 2.12e-07 ***
CyCeVillage     4.736e+00  1.299e+00   3.647 0.000265 ***
provinceHa Tay:EspeceD -1.009e-01  4.436e-01  -0.227 0.820053
provinceHa Tay:EspeceMD -1.348e+02  2.001e+04  -0.007 0.994626
provinceHa Tay:age    -2.265e-04  1.806e-03  -0.120 0.904442
provinceHa Tay:CyCeLong  5.872e+00  1.725e+04  0.000340 0.999728
provinceHa Tay:CyCeVillage -1.389e+01  2.470e+04  -0.001 0.999551
EspeceD:age        6.824e-03  2.135e-03   3.197 0.001391 **
EspeceMD:age       -2.716e+00  1.066e+02  -0.025 0.979679
EspeceD:CyCeLong   1.692e+01  1.524e+04   0.001 0.999114
EspeceMD:CyCeLong   7.632e+01  1.961e+04   0.004 0.996895
EspeceD:CyCeVillage  1.978e+01  1.524e+04   0.001 0.998964
EspeceMD:CyCeVillage      NA         NA      NA      NA
age:CyCeLong       -4.662e-02  1.004e-02  -4.645 3.41e-06 ***
age:CyCeVillage    -5.118e-02  1.052e-02  -4.863 1.16e-06 ***
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

```
Null deviance: 988.60 on 934 degrees of freedom
Residual deviance: 858.79 on 916 degrees of freedom
AIC: 896.79
```

Number of Fisher Scoring iterations: 21

Annexe 8: Analyse statistique sur l'efficacité de la vaccination en fonction des volailles en élevages commerciaux vaccinées .

Min 1Q Median 3Q Max
-2.225e+00 -5.232e-01 -9.473e-02 -2.107e-08 2.632e+00

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.596e+02	4.178e+01	-3.819	0.000134 ***
provinceHa Tay	2.322e+01	9.080e+04	0.000256	0.999796
EspecD	2.799e+01	1.007e+01	2.781	0.005421 **
EspecMD	-1.916e+02	1.822e+05	-0.001	0.999161
age	3.294e-01	7.280e-02	4.524	6.06e-06 ***
CycleLong	-2.051e+00	2.681e+00	-0.765	0.444121
Nb	3.029e-02	6.046e-03	5.010	5.46e-07 ***
Nbinj	1.508e+02	4.172e+01	3.616	0.000299 ***
duree	-3.089e-02	3.602e-02	-0.857	0.391180
elvacVRAI	-4.337e+01	1.507e+01	-2.879	0.003989 **
provinceHa Tay:age	3.960e-02	8.606e-03	4.602	4.18e-06 ***
provinceHa Tay:CycleLong	7.454e+01	9.080e+04	0.001	0.999345
provinceHa Tay:Nb	-1.251e-02	3.383e-03	-3.698	0.000218 ***
provinceHa Tay:Nbinj	-9.021e+01	2.513e+01	-3.590	0.000330 ***
provinceHa Tay:duree	-2.137e-01	3.818e-02	-5.598	2.17e-08 ***
provinceHa Tay:elvacVRAI	-4.643e+01	1.412e+01	-3.289	0.001005 **
EspecD:age	4.925e-02	1.123e-02	4.386	1.15e-05 ***
EspecMD:age	-2.841e+00	1.373e+02	-0.021	0.983497
EspecD:Nbinj	-3.607e+01	1.021e+01	-3.535	0.000409 ***
EspecMD:Nbinj	3.788e+02	9.380e+04	0.004	0.996778
EspecD:elvacVRAI	3.088e+01	9.972e+00	3.096	0.001959 **
EspecMD:elvacVRAI	6.711e+01	9.068e+04	0.001	0.999409
age:CycleLong	-1.171e-01	1.800e-02	-6.510	7.53e-11 ***
age:Nb	-5.233e-05	2.651e-05	-1.974	0.048360 *
age:Nbinj	-2.358e-01	6.955e-02	-3.391	0.000696 ***
age:duree	-3.708e-04	1.133e-04	-3.274	0.001060 **
age:elvacVRAI	1.770e-01	6.742e-02	2.626	0.008641 **
CycleLong:duree	2.856e-01	5.450e-02	5.241	1.60e-07 ***
CycleLong:elvacVRAI	-7.322e+00	3.425e+00	-2.138	0.032518 *
Nb:Nbinj	-7.131e-03	2.843e-03	-2.508	0.012138 *
Nbinj:elvacVRAI	2.677e+01	8.110e+00	3.301	0.000963 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 888.42 on 807 degrees of freedom
Residual deviance: 504.57 on 777 degrees of freedom
(23 observations deleted due to missingness)
AIC: 566.57

Number of Fisher Scoring iterations: 21

Anova Table (Type II tests)

Response: Statu

	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
province	28.333	1	1.021e-07	***
Espec	11.703	2	0.0028752	**
age	3.445	1	0.0634596	.
Cycle	31.595	1	1.899e-08	***
Nb	2.971	1	0.0847953	.
Nbinj	21.450	1	3.632e-06	***
duree	17.348	1	3.113e-05	***
elvac	3.250	1	0.0714057	.
province:age	28.621	1	8.802e-08	***
province:Cycle	53.136	1	3.112e-13	***
province:Nb	14.148	1	0.0001690	***
province:Nbinj	20.252	1	6.787e-06	***
province:duree	60.591	1	7.024e-15	***
province:elvac	21.206	1	4.124e-06	***
Espec:age	53.687	2	2.198e-12	***
Espec:Nbinj	21.777	2	1.867e-05	***
Espec:elvac	12.067	2	0.0023971	**
age:Cycle	73.564	1	< 2.2e-16	***
age:Nb	3.793	1	0.0514709	.
age:Nbinj	14.016	1	0.0001813	***
age:duree	22.714	1	1.880e-06	***
age:elvac	6.813	1	0.0090507	**
Cycle:duree	36.222	1	1.760e-09	***
Cycle:elvac	4.519	1	0.0335120	*
Nb:Nbinj	6.082	1	0.0136590	*
Nbinj:elvac	19.871	1	8.286e-06	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Il y a eu 34 avis (utilisez warnings() pour les visionner)

Annexe 9: Analyse multivariée expliquant la circulation du virus dans les élevages commerciaux non vaccinés.

Anova Table (Type II tests)

Response: Statu

	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
province	39.802	1	2.811e-10	***
Espec	5.837	2	0.0540154	.
age	12.859	1	0.0003358	***
CyCe	36.598	1	1.452e-09	***
Nb	3.287	1	0.0698251	.
Espec:age	17.257	2	0.0001790	***
Espec:CyCe	16.303	2	0.0002883	***
Espec:Nb	5.389	2	0.0675746	.
age:CyCe	5.568	1	0.0182942	*

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Il y a eu 17 avis (utilisez warnings() pour les visionner)

Annexe 10: Questionnaire pour les vétérinaires de communes

QUESTIONNAIRE

VETERINAIRE COMMUNE ou VACCINATEUR

Mise en œuvre de la vaccination entre 2008 et 2010

Nom prénom

District / commune

Qui vaccine ?	vétérinaire de commune	fermier, employés	autres	Où sont vaccinées les volailles?
Production villageoise				
Production commerciale				

Connaissance sur la vaccination (si la personne interviewée pratique la vaccination)

Avez vous suivi une formation pour vacciner ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui : laquelle ?.....

Combien de temps ?.....

Pour combien de temps les animaux restent-ils protégés ?.....

Es-t-il utile de faire 2 injections par campagne?.....

ou plus ?.....

combien ?.....

Pratique de la vaccination

Utilisez-vous un équipement spécifique ?

- ☐ Gants
- ☐ Sur chaussure
- ☐ Blouse
- ☐ Lunette
- ☐ Autre :

Comment conservez-vous les vaccins ?

- ☐ A température ambiante
- ☐ Glacières
- ☐ Sac de glaces
- ☐ Autre :

Combien de ferme/village vaccinez-vous en une journée ?

..... villages

..... fermes

Organisation de la vaccination pour les campagnes 2008/2009/2010

	2ème campagne 2008	1ère campagne 2009	2ème campagne 2009	1ère campagne 2008
Dates (par quinzaine)				
Vaccination entre les campagnes? (Toujours, de temps en temps)				
C L/Br				
C B				
D L/Br				
D B				
MD L/Br				
MD B				
Quel(s) vaccin(s)				
Estimation du % de fermes vaccinées sur la commune				
Dans la campagne				
Entre les campagnes				
Nombre total de fermes vaccinées				
Dans la campagne				
Entre les campagnes				
Nombre total d'animaux vaccinés				
Dans la campagne				
Entre les campagnes				

Mise en œuvre précise de la vaccination

Si pas de différences entre les campagnes, ne remplir que le premier tableau.

2 ème Campagne 2008					
	Nombres d'injections	âge à la premier injection	âge à la seconde injection	si revaccination, âge	compensation payée au véto
C L/Br					
C B					
D L/Br					
D B					
MD L/Br					
MD B					
autres					

1ère Campagne 2009					
	Nombres d'injections	âge à la premier injection	âge à la seconde injection	si revaccination, âge	compensation payée au véto
C L/Br					
C B					
D L/Br					
D B					
MD L/Br					
MD B					
autres					

2ème Campagne 2009					
	Nombres d'injections	âge à la premier injection	âge à la seconde injection	si revaccination, âge	compensation payée au véto
C L/Br					
C B					
D L/Br					
D B					
MD L/Br					
MD B					
autres					

1ère Campagne 2010					
	Nombres d'injections	âge à la premier injection	âge à la seconde injection	si revaccination, âge	compensation payée au véto
C L/Br					
C B					
D L/Br					
D B					
MD L/Br					
MD B					
autres					

Quels animaux ne sont pas vaccinés ?

	trop coûteux (combien?)	trop loin (distance?)	trop compliqué (Pourquoi?)	Autres
Poussins Cannetons				
Autre espèces que canard ou poulet				
Prêts à vendre				
volailles de chair				
ceux qui sont difficile à attraper				
autres				

Adaptez-vous les doses de vaccins en fonction des animaux ? ☐ Oui

☐ Non

Si oui, remplir le tableau

Catégorie			Quel vaccin?	Quelle dose?	Volume vaccin (ml)
Type	espèce	Age		Ex: 1 st dose, 2 nd , rappel....	

Notes diverses :

Annexe 11: Formulaire d'élevage fermier/villageois

Formulaire d'élevage fermier/villageois

☐ Elevage villageois ☐ Elevage fermier

ID formulaire

Jours/Mois/Année / (date): / / 200

Province: ☒ BG ☒ HT **Code:**

village :

Nom du fermier:

Description générale

1. Couvoir? : ☒ Oui ☐ Non

2. Nourriture commerciale ☐ Oui ☐ Non

3. Source d'eau ?

☐ Eau courante ☐ puits ☐ étang ☐ rivière

4. Vente

☒ **Au porte de la ferme:** ☒ majorité ☐ minorité
☐ collecteurs ☒ autres fermiers ou voisins pour consommation

☒ **Au marché** ☐ majorité ☐ minorité

5. Dernière vente de la ferme? : / / 20

Quels animaux:

Dernière introduction dans la ferme? : / / 20

Quels animaux:

Bac Giang	Code	Ha Tay	Code
Tan My	A	Hoang Long	K
Yen Lu	B	Hong Thai	L
Nghia Trung	C	Nam Trieu	N
Dong Phuc	D		
Dong Viet	E		
Chau Minh	F		

6. Animaux dans la ferme

Différentes espèces présentent dans la ferme?

☐ Oui

☐ Non

Espèce	race	Type de production L/B/Br/P	Total	Age (jours)	Système d'hébergement	Prélevés? Y ou N.	Vaccinés pour H5N1? Y ou N.	Combien d'injection?	Date de la 1ère injection	Date de la 2nde ou délai entre la 1ère et la 2nde	Date de la 3ième ou délai entre la 2nde et la 3ième	Autre vaccin?	Acheté a: Nom du vendeur Province du vendeur	Originaire de la province et/ou de la compagnie

L: œufs **BR:** naissance **B:** viande **P:** œufs (avant la ponte) **DP:** viande (avant l'âge) **DOC:** 1 jour **DK:** 1 jour

*système d'hébergement:

- Oiseaux dans bâtiment fermé toute la journée
- Oiseaux dans un enclos fermé en extérieur sans accès à la rivière ou chenal
- Oiseaux dans un enclos fermé en extérieur avec maison ouverte et accès à une rivière ou un chenal
- Oiseaux dans un enclos fermé en extérieur avec maison ouverte et accès à une marre/bassin
- Oiseaux dans chenal, rivière ou sur les champs de riz toute la journée et dans un enclos fermé la nuit
- Oiseaux divaguants toute la journée dans ou à l'extérieur de la ferme
- Autre:

Espèces en contacts entre elles:

Animaux prélevés

Exemple de code :

45A8,9,10 TC = questionnaire n°45 Tân Mỹ numéro de l'individu 8,9,10

ID oiseau	Catégorie	Age	Condition sanitaire	Vaccinés H5N1	Sang	Note: Symptômes si malade Date début maladie traitement
Ví dụ: X	C Br	150	S	Y	✓	ho / bắt đầu ngày 12/10/2008 / Ko điều trị
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Maladie dans la fermeMaladies dans les quatre dernières semaines? ☐ Oui ☐ Non

Si oui: Date du début: / /

Nombre d'animaux présent a cette instant :

Nombre d'animaux malade:

Nom de la maladie, si connue:

Nombre d'animaux morts:

Nombre de jours où les animaux ont été malades:

Action: ☐ Traitement ☐ rien ☐ vente de la bande ☐ destruction de la bande

Le fermier pratique la vaccination ?

☐ Oui

☐ Non

Si oui remplir la suite.

A-t-il suivi une formation?

☐ oui

☐ non

laquelle?

Combien de temps ?.....

Pour combien de temps les animaux restent-ils protégés ?.....

Es-t-il utile de faire 2 injections par campagne?.....

ou plus ?.....

combien ?.....

Pratique de la vaccination

Utilisez-vous un équipement spécifique ?

☐ Gants

☐ Sur chaussure

☐ Blouse

☐ Lunette

☐ Autre :

Comment conservez-vous les vaccins ?

☐ A température ambiante

☐ Glacières

☐ Sac de glaces

☐ Autre :

Durée de la vaccination dans votre exploitation ?.....

Adaptez vous les vaccins en fonction de l'espèces et du type de production?

Catégorie			Quel vaccin?	Quelle dose?	Volume vaccin (ml)
Type	espèce	Age		Ex: 1 st dose, 2 nd , rappel....	

Entraidez-vous entre éleveurs du même village ? ☐ Oui

☐ Non

Si oui, changez vous d'équipement entre les fermes ? ☐ Oui

☐ Non

Quels animaux ne sont pas vaccinés?

	trop coûteux (combien?)	trop loin (distance?)	trop compliqué (Pourquoi?)	Autres
Poussins Canetons				
Autre espèces que canard ou poulet				
Prêts à vendre				
vollailes de chair				
ceux qui sont difficile à attraper				
autres				